

REPUBLIQUE RWANDAISE



MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DES FORETS

Direction Générale du Génie Rural et de la Conservation de
Sols

Projet PNUD/FAO RWA/89/003

STRATEGIE NATIONALE DE CONSERVATION DES SOLS

Evaluation des Système d'Exploitation

Agricole pour une Régionalisation

des techniques de Conservation

Et d'Amélioration de Fertilité des Sols

au Rwanda

Rapport d'une mission de consultation réalisée du 15-01-1991

**Innocent NDINDABAHIZI
Rénovat GWABIJE**

Kigali, avril 1991

AVANT- PROPOS

L'agriculture rwandaise est confrontée à l'épineux problème de faible disponibilité des terres cultivables par rapport à la démographie explosive. Cela se traduit par la régression de la jachère et la surexploitation des sols qui, jointes à la topographie, à la forte intensité des pluies et à la fragilité de certains types de sols, favorisent l'érosion et la diminution de la fertilité des sols.

La combinaison de ces contraintes et des potentialités de chaque région ou micro-région agricole permet l'existence des systèmes d'exploitation agricole (cultures et élevage) plus ou moins appropriés soient-ils traditionnels ou améliorés.

La présente étude se propose d'inventorier les systèmes existants ou faisant l'objet d'expérimentation au Rwanda, d'identifier les contraintes y relatives en milieu paysan et d'en analyser l'efficacité et la durabilité compte tenu des méthodes de conservation et d'amélioration de la fertilité des sols utilisées ou utilisables.

Sur une région ou micro-région spécifique, nous n'avons ni les moyens ni la prétention de fournir le maximum d'informations techniques. Les spécialistes du domaine des sols opérant dans la région seraient du reste mieux indiqués à cela. Nous voulons plutôt renseigner l'utilisateur du rapport sur ce qui est caractéristique des systèmes de production des régions à environnements agronomiques et socio-économiques semblables afin d'élaborer une approche d'intervention régionalisée tout en ayant une vision intégrée de la dimension nationale des problèmes.

Afin de cerner les réalités régionales des exploitations agricoles paysannes, nous avons fait une revue synthétique de la littérature et avons visité 10 projets ou services agricoles plus ou moins représentatifs des environnements régionaux: PDAG, CZN, Kigali-Est, Kigali-Nord, FSRP/ISAR Rwerere, IPV, BGM-Bugesera, TSAR-Karama, RRAM et CPA-Kisaro. Nous tenons à remercier les responsables et techniciens de ces services qui ont autorisé et permis la réussite de notre visite malgré la situation de l'état de siège qui prévalait dans le pays.

Notre profonde gratitude va également à M. Frank BERDING et Dr Justin NSENGIMANA, Responsables du Projet "Stratégie Nationale de Conservation des Sols", pour les moyens logistiques mis à notre disposition, pour leur indulgence quant au retard indépendant de notre volonté intervenu sur le délai de réalisation du travail et surtout pour leurs observations et remarques pertinentes qui ont précédé l'approbation du présent rapport.

Innocent NDINDABAHIZI ¹ et Rénovat NGWABIJE ² avril 1991

1 Ingénieur Agronome (UNR)
Maîtrise : Economie Rurale (Laval)
Doctorat : Sociologie du Développement (en cours) et du Développement Communal

2 Ingénieur Agronome (UNR)
Certificat d'Etudes Spéciales en Economie Agricole et Développement Rural (Gembloux)
Aux études de Doctorat : Economie Rurale
Secrétaire Général au Ministère de l'Intérieur

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX	5
LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES.....	6
DAP DIAMMONIUM PHOSPHATE	6
RESUME ET PRINCIPALES CONCLUSIONS	7
I. LES PRATIQUES DE CONSERVATION ET D'AMELIORATION DE LA FERTILITE DES SOLS DANS LE CONTEXTE GENERAL RWANDAIS.....	9
1.1. APERÇU HISTORIQUE ET CRITIQUE DE LA POLITIQUE NATIONALE EN MATIÈRE DE CONSERVATION ET AMÉLIORATION DES SOLS	9
1.1.1. <i>Historique</i>	9
1.1.2. <i>Quelques réflexions critiques préliminaires</i>	12
1.2. LES TECHNIQUES ACTUELLEMENT PRATIQUÉES OU EN OBSERVATION AU RWANDA.	14
1.2.1. <i>Les structures anti-érosives</i>	14
1.2.2. <i>Les méthodes agronomiques et biologiques intégrées dans le système de production.</i>	19
1.2.3. <i>Les pratiques de fertilisation organique ou minérale et d'amendements calcaires</i>	23
1.2.4. <i>L'aménagement des marais</i>	30
1.3. CONCLUSION	30
II. ETUDE REGIONALE DES SYSTEMES D'EXPLOITATION AGRICOLE.....	31
2.1. QUELQUES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES RWANDAIS.....	31
2.2. LES SYSTÈMES DE HAUTE ALTITUDE	39
2.2.1. <u><i>Bases d'identification des zones micro-écologiques</i></u>	41
2.2.2. <i>Caractérisation agricole et socio-économique des systèmes de haute altitude</i> ...	67
2.2.3. <i>Que conclure de l'étude des hautes altitudes ?</i>	77
2.3. LES SYSTÈMES D'ALTITUDE MOYENNE	80
2.3.1. <i>Bases d'identification des zones micro-écologiques</i>	80
2.3.2. <i>Caractérisation agricole et socio-économique des systèmes d'altitude moyenne</i>	88
2.4. LES SYSTÈMES DE BASSE ALTITUDE	109
2.4.1. <i>Bases d'identification des zones micro-écologiques</i>	109
2.4.2. <i>Caractérisation agricole et socio-économique des systèmes de basse altitude</i>	114
2.4.3. <i>Que conclure de l'étude des basses altitudes ?</i>	126
2.5. LES SYSTÈMES DE MARAIS ET BAS-FONDS	127
2.5.1. <i>Critères de classification</i>	127
2.5.2. <i>Importance nationale et régionale des marais et vallées</i>	128
2.5.3. <i>Contexte agronomique et socio-économique des systèmes de marais et bas-fonds.</i>	129
III. SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS	132
3.1. <i>POUR UNE GESTION INTÉGRÉE DE LA CONSERVATION ET DE L'AMÉLIORATION DES SOLS</i>	132
3.1.1. <i>Des mesures incitatives au lieu des mesures coercitives : une leçon tirée de l'expérience historique</i>	132

3.1.2. <i>L'arbitrage difficile entre les avantages et les inconvénients des techniques respectives : un argument pour leur diversification</i>	132
3.1.3. <i>Pour une approche d'exécution des techniques par bassin versant ou par terroir agricole</i>	136
3. 2. 1. <i>Des niveaux régionaux de productivité du travail et de couverture nutritionnelle fort variables . un argument pour la régionalisation des interventions</i>	136
3.2.2. <i>Un impératif : le choix des techniques de conservation une agriculture soutenue.</i>	138
3.3. <i>POUR UNE MEILLEURE CONNAISSANCE ET UNE EXPLOITATION RATIONNELLE DES MARAIS ET BAS-FONDS</i>	140
3 .4. <i>RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES</i>	141
BIBLIOGRAPHIE	142
ANNEXES	148
ANNEXE I. MANDAT DE L'ETUDE	148

LISTE DES TABLEAUX

Tableau

- 1 Thèmes annuels et budget de la lutte anti-érosive
- 2 Caractéristiques de la pente du terrain et mesures conservatoires appropriées
- 3 Quantité d'engrais importée annuellement de 1967 à 1989
3. Recommandation des doses d'engrais sur les cultures
4. Classement par catégorie d'altitude des cultures selon leur importance économique
5. Disponibilité de terre, de travail et de bétail dans une exploitation paysanne rwandaise
6. Caractéristiques des régions agricoles de la zone de haute altitude
7. Répartition des régions agricoles de haute altitude entre préfectures et communes respectives
8. Normes de temps de travaux de lutte anti-érosive
9. Productivité du travail dans un agrosystème "cultures" traditionnel des terres de lave (base 1986)
10. Productivité du travail dans un agrosystème "cultures" traditionnel de la Crête Zaïre-Nil
11. Productivité du travail dans un agrosystème "cultures" traditionnel de des Hautes terres du Buberuka
12. Caractéristiques des régions agricoles de la zone d'altitude moyenne
13. Répartition des régions agricoles d'altitude moyenne entre préfectures et communes respectives
14. Productivité du travail dans un agrosystème "cultures" traditionnel de l'Impara
15. Productivité du travail dans un agrosystème "cultures" traditionnel des Bords du Lac Kivu
16. Productivité du travail dans un agrosystème "cultures" traditionnel du Plateau central
17. Productivité du travail dans un agrosystème "cultures" traditionnel de la Dorsale granitique
18. Productivité du travail dans un agrosystème "cultures" traditionnel de Plateau de l'Est
- 20 Caractéristiques des régions agricoles de la zone de basse altitude
- 21 Répartition des régions agricoles de basse altitude entre préfectures et communes respectives
- 22 Productivité du travail dans un agro-système "cultures" traditionnel de l'Imbo
23. Productivité du travail dans un agro-système "cultures" traditionnel du Mayaga
24. Productivité du travail dans un agro-système "cultures" traditionnel du Bugesera
25. Productivité du travail dans un agro-système "cultures" traditionnel des Savanes de l'Est
26. Niveau de productivité nette du travail et de satisfaction des besoins alimentaires

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

AFRENA	African Research Networks in Agroforestry
APNI	Appui au Programme National Intrants
CAF	Coût assurance fret
CAT	Centre d'Appui Technique
CEC	Capacité d'Echange Cationique
CZN	Crête Zaïre-Nil
DAP	Diammonium Phosphate
DRB	Projet de Développement Rural intégré de Byumba
F ou FRW	Franc rwandais avant la récente dévaluation
FAO	Food and Agricultural Organization
FSIP	Farming Systems Improvement Programm
FSR	Farming Systems Research
FSRP	Farming Systtms Research Project
GBK	Projet agro-sylvo-pastoral Gishwati Butare-Kigali
GTZ	Deutsche Geselleschaft für Technische Zusammenarbeit
IITA	International Institute for Tropical Agriculture
IPV	Projet d'Intensification de la Production Vivrière Karago-Giciye-Satinskyi-Kibirira
ISAR	Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda
LAE	Lutte anti-érosive
MINAGRI	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et des Forêts
MINIFINECO	Ministère des Finances et de l'Economie.
OVAPAM	Office pour la Valorisation Pastorale et Agricole du Mutara
PAP	Projet Agro-pastoral de Nyabisindu
PDAG	Projet de Développement Agricole de Gikongoro
PIA	Projet d'Intensification Agricole de Gikongoro
PNAP	Programme National d'Amélioration de la Pomme de terre
RRAM	Ruhengeri Ressource Analysis and Management Project
SESA	Service des Enquêtes et Statistiques Agricoles du MINAGRI.
SOPAB	Société de Production d'Aliments pour Bétail
UNR	Université Nationale du Rwanda.

Régions agricoles

LAV :	Terres de lave
CZN :	Crête Zaïre-Nil
BUB :	Hautes terres du Buberuka
IMP :	Impara
BLK :	Bords du Lac Kivu
PLC :	Plateau central
DGR :	Dorsale granitique
PLE :	Plateau de l'Est
IMB :	Imbo
MAY :	Mayaga
BUG :	Bugesera
SVE :	Savanes de l'Est

RESUME ET PRINCIPALES CONCLUSIONS

La fertilité des sols est la principale contrainte des exploitations agricoles paysannes rwandaises. La lutte anti-érosive par les fossés aveugles et haies vives, la rotation/assolement, les associations de cultures, la jachère et la fumure organique par le fumier/compost ont été depuis longtemps et sont encore les pratiques dominantes de conservation des sols et d'amélioration de la fertilité. Des techniques autochtones de lutte anti-érosive et d'agroforesterie sont diversement rencontrées mais n'ont pas été évaluées par la recherche. Un processus d'évolution impliquant des méthodes plus élaborées est plus ou moins avancé selon les méthodes ou selon les régions.

Une évaluation des systèmes d'exploitation agricole sur base agro-écologique, agronomique, agroforestier et socioéconomique a été effectuée. Le présent rapport circonscrit l'essentiel de cette évaluation en trois parties :

- (1) Les pratiques de conservation et d'amélioration de la fertilité des sols dans le contexte général rwandais;
- (2) l'étude régionale des systèmes d'exploitation agricole et
- (3) la synthèse et les recommandations.

Les structures anti-érosives dominées par les fossés et les haies vives de Setaria, Trypsacum, Pennisetum et Vetiver ont été longtemps privilégiées aux dépens des méthodes agronomiques et biologiques intégrées au système de production et des méthodes de fertilisation organique ou minérale ou d'amendements calcaires. Ces structures demandent beaucoup de temps de travail et diminuent la superficie effectivement occupée par les cultures sans augmenter le rendement dans l'immédiat. C'est ainsi qu'elles sont perçues comme pénibles par le paysan. La même observation est valable pour les terrasses radicales qui sont en voie de promotion.

Ces structures anti-érosives doivent être combinées aux autres méthodes dont la fertilisation organique et minérale et les amendements calcaires en particulier pour les terrasses radicales qui exigent de tels intrants et des spéculations rentables pour rémunérer les efforts fournis.

Cette utilisation intensive des intrants est particulièrement urgente pour les régions ayant déjà un degré d'intensification du travail très poussé avec une faible productivité notamment pour les Terres de lave et, dans une moindre mesure, la Crête Zaïre-Nil.

Les autres régions ont soit une faible disponibilité et une bonne productivité du travail (Imbo et Savanes de l'Est) soit à la fois une grande disponibilité et une bonne productivité du travail. Ces régions peuvent toutes recourir encore à l'intensification du travail et à l'approche de la "low input strategy" en combinant notamment une faible quantité d'intrants aux méthodes agronomiques et biologiques même exigeantes en main-d'œuvre. Toutefois, les régions du premier groupe devront recourir à de la main-d'œuvre extérieure salariée.

Les méthodes agronomiques et biologiques sont apparues essentielles pour l'équilibre du système. La polyculture et l'association des cultures ont et pourraient encore garder

une place importante dans les systèmes de production notamment de moyenne et basse altitude. avec des améliorations fournies par la recherche (encore peu nombreuses).

La distribution spatiale des cultures est importante et doit être faite de façon à placer les plus couvrantes sur de fortes pentes et les plus dégradantes sur des pentes faibles.

L'agroforesterie se développe timidement mais quelques espèces appropriées ont déjà été triées. Les genres Leucaena et Calliandra se retrouvent . à toutes les altitudes. Alnus acuminata et Sesbania Sesban se comportent bien en haute altitude même si ce dernier succombe rapidement aux coupes successives. Cassia spectabilis est bien apprécié en basse altitude.

Il apparaît du reste que pour être rentable l'agroforesterie doit aussi viser d'autres fins (bois de chauffe, fourrage.). Le labour perpendiculaire à la pente et le labour en grosses mottes sont peu appliqués tandis que le billonnage est une technique traditionnelle intéressante (largement utilisée dans les Terres de lave ou en marais) mais qui pourrait être améliorée.

La fertilisation minérale et l'amendement calcaire paraissent rentables et la meilleure formule est celle qui les combine à la fois entre eux et à la matière organique.

Une autre conclusion à laquelle ce travail aboutit est que la conservation et l'amélioration des sols doivent se faire selon un plan d'intervention intégré et régionalisé intégré dans le sens d'utiliser plusieurs méthodes différentes en combinaison appropriée et de réaliser les travaux d'un seul tenant sur un terroir agricole; régionalisé dans le sens de considérer les réalités régionales notamment par grande catégorie d'altitude ou par région agricole spécifique moyennant un traitement spécifique des marais et bas-fonds.

Un tel plan exige entre autres, et cela rejoint les grandes questions de l'agriculture rwandaise,

- (1) la disposition rapprochée de cadres et techniciens ainsi que de services d'encadrement, d'approvisionnement en intrants, de crédit et de commercialisation; et
- (2) une typologie des exploitations tenant compte des régions, de la dotation en facteurs terre et travail et du dynamisme des agriculteurs pour une intervention mieux ciblée notamment dans le cadre d'une vulgarisation participative et différenciée.

Plus concrètement le service rwandais de conservation des sols initierait un programme élargi de formation des techniciens et un crédit spécial pour la fourniture d'intrants et l'engagement de la main-d'œuvre pour le terrassement radical. Vu la complexité des situations, le service devrait également affiner l'analyse par méthode et par région pour

disposer des résultats plus opérationnels que ceux du présent travail qui est à dominance descriptif et plus global.

I. LES PRATIQUES DE CONSERVATION ET D'AMELIORATION DE LA FERTILITE DES SOLS DANS LE CONTEXTE GENERAL RWANDAIS

La conservation et l'amélioration de la fertilité des sols au Rwanda se manifestent par des pratiques autochtones séculaires ou ayant subi des ajustements mineurs mais aussi et de plus en plus par des pratiques relevant de la politique nationale dans ce domaine. Avant de passer en revue ces différentes pratiques, nous jugeons opportun de présenter un bref aperçu historique suivi d'une petite note critique sur cette politique nationale.

1.1. Aperçu historique et critique de la politique nationale en matière de conservation et amélioration des sols

1.1.1. Historique

Dans un premier temps et pendant longtemps, la politique nationale a privilégié l'établissement d'un réseau de structures anti-érosives dominé par des fossés anti-érosifs avec des haies vives. Mais, le programme initié déjà en 1937 et fondé plus sur la contrainte que sur la sensibilisation et la prise en compte des contraintes techniques et sociales de l'agriculteur a été rejeté et n'a pas survécu à la période féodo-coloniale (KABILIGI, 1985, p. 114).

Au milieu des années 60, le programme de conservation des sols a repris avec le 1^{er} plan quinquennal 1966-1970 dans le souci d'une mise en valeur rationnelle de nouvelles terres (paysannats) et des marais (Nyabugogo et Mukunguri pour le riz et la canne à sucre, petits marais à Gitarama...) et avec l'objectif de protéger 36 000 ha par la lutte anti-érosive et le reboisement (MUSEMA, 1982, pp. 81 et 82).

Ce programme de protection des terres a connu peu de succès dès le départ et d'aucuns incriminent le mauvais souvenir encore frais de la contrainte utilisée par le colonisateur. Cependant, le programme n'avait pas non plus donné beaucoup de résultats tangibles au milieu des années 80 (KABILIGI, 1985, p.114) malgré l'accent particulier porté par les autorités politiques à l'agriculture en général et à la conservation des sols en particulier notamment par la contribution des travaux communautaires "de développement (Umuganda). En effet, le MINAGRI/SESA (1985, p.92) rapporte qu'en 1984, 63.2% des terres n'étaient pas protégées sur le territoire national et que les terres protégées l'étaient par les terrasses et haies seules pour 16.1%, par les terrasses avec fossés seuls pour 4.0% et par des terrasses sans haies ni fossés pour 8%. Seules 6.5% des terres étaient protégées par des terrasses avec fossés et haies. Les 2% restants étaient couverts par des aménagements de drainage ou par d'autres méthodes. Notons que ces chiffres concernent les terres cultivées et en jachère; les terres non cultivées n'étaient pas protégées à 92.4%.

Il y a donc lieu de penser que malgré l'appui politique, qui se traduit du reste par les thèmes prioritaires de l'année, les budgets alloués à la lutte anti-érosive (LAE) sont restés faibles par rapport aux besoins pressants en formation du personnel d'encadrement technique, de piquetage ou de gestion des pépinières, en matériel de piquetage ou de transport et en champs de multiplication... En guise d'illustration, le tableau 1 reprend les thèmes annuels et le budget LAE.

Tableau 1. Thèmes annuels et budget de la lutte anti-érosive

	Thèmes annuels relatifs à l'agriculture	Budget LAE (millions FRW)
1974	Année agricole	. .
1975	Augmentation de la production agricole	15
1976	-	8
1977	-	5
1978	Elevage	6
1979		6
1980		-
1981	-	Conservation des Sols
1982	Lutte anti-érosive	100
1983	-	103
1984	Reboisement	101
1985	Production vivrière	41
1986	Production vivrière et fumure	60
1987	Intensification agricole	60
1988	Autosuffisance alimentaire	60

Non disponible

Source: NEZEHOSE (1990, p.46) et GASAMAGERA (1989,p.42)

Afin d'appuyer davantage le programme de conservation des sols, il avait déjà été fixé comme objectif de protéger toutes les terres durant la période 1982-1986 (MUSEMA, 1982, p.86) en s'appuyant notamment sur l'Umuganda. Par la suite, il a été constaté en 1985 que cet objectif n'allait pas être atteint. C'est ainsi qu'il a été demandé à tous les intervenants aussi bien au niveau du programme national qu'au niveau des projets de développement agricole ou rural et de l'agriculteur lui-même (qui devrait dorénavant s'occuper également de sa propre parcelle en plus de l'Umuganda) de redoubler d'ardeur pour avoir fini la protection de toutes les terres après un programme décisif triennal (1986-1988). Les résultats de ce programme ont été plus ou moins satisfaisants car à la fin 1988, la Commission Nationale a évalué les réalisations de la lutte anti-érosive à 85%.

Mais, mis à part l'établissement du réseau de fossés anti-érosifs, d'autres points avaient déjà retenu l'attention des responsables:

1° D'abord MUSEMA (1982, pp.85 et 86) insistait sur la nécessité:

- d'associer l'agriculture et l'élevage pour le fumier de ferme notamment;
- d'étudier la fabrication de certains intrants sur place pour leur utilisation intensive (engrais comme l'urée qui viendrait du gaz méthane, la chaux, les phosphates, les outils améliorés...); de régionaliser et développer des cultures variées tout en utilisant des semences sélectionnées;
- de poursuivre le reboisement; et
- de favoriser l'octroi du crédit agricole et la formation des groupements coopératifs.

2° Ensuite KABILIGI (1985, pp. 114 et 116) citait entre autres:

- l'installation des terrasses, y compris les terrasses radicales;
- la pratique des cultures de couverture et les diverses méthodes culturales,
- le reboisement en général et l'agroforesterie en particulier;
- la bonne gestion des pâturages; et
- lutte contre les feux de brousse.

3° Enfin GASAMAGERA (1989, pp.43 et 44) envisageait, au terme du programme triennal de lutte anti-érosive, en plus du finissage de poches éventuelles de terres non encore protégées:

- l'entretien du dispositif anti-érosif en place et la consolidation de ce dispositif par de nouvelles lignes d'herbes fixatrices, d'arbres ou arbustes agroforestiers, etc.;
- l'exécution plus large de ce thème "agroforesterie ;
- la protection de boisements et de pâturages dégradés;
- l'observation pour application éventuelle du terrassement radical;
- le reboisement des niches de glissement; et
- la prospection d'autres technologies de production de la matière organique telles que la culture d'azolla et l'utilisation des déchets urbains et excréments humains.

Il convient de noter que le terrassement radical et l'utilisation des intrants bénéficient actuellement d'une grande préoccupation de la part du MINAGRI. Nous aurons l'occasion d'insister sur ces points.

1.1.2. Quelques réflexions critiques préliminaires

Il est légitime pour le Gouvernement d'avoir privilégié la lutte anti-érosive, par les fossés anti-érosifs notamment, mais peut-être n'a-t-il pas suffisamment incité les agriculteurs à une diversification des méthodes de conservation et d'amélioration des sols qui auraient complété à temps les structures anti-érosives déjà pratiquées.

Effectivement, nous *pensons* avec GAHAMANYI (1982, p.106) que la lutte contre les facteurs de dégradation du sol, l'érosion en l'occurrence, doit obligatoirement précéder les autres techniques d'amélioration du sol.

ROOSE et al. (1988, p.272) le confirment en ces termes: "Il faut réduire les fuites dont l'érosion est, sur pente, une composante principale. Sans combattre l'érosion, on ne pourra pas valoriser les intrants..."

Cependant, les structures anti-érosives, les fossés et les haies en l'occurrence, ne doivent pas se faire en reléguant au second plan la lutte bio-culturelle ou sylvo-pastorale et l'utilisation des intrants. Celle-ci devrait accompagner dans les meilleurs délais la lutte anti-érosive proprement dite et un cadre institutionnel adéquat (approvisionnement, crédit et commercialisation) devrait être mis en place pour favoriser ce processus.

Aucune structure anti-érosive (microbarrages perméables: haies, barrières d'herbes, alignement de pierres isohypse; terrasses ou fossés de diversion; fossés aveugles avec talus enherbés; gradins ou terrasses radicales) n'augmente significativement les rendements alors que les pertes de superficies cultivées croissent de 10 à 40 % en *fonction* des méthodes utilisées et de la pente. Les paysans ont alors du mal à accepter ce travail supplémentaire qui n'est pas immédiatement rentable. Il faudrait donc le réduire au minimum mais couvrir le sol au maximum par le système de culture. L'amélioration du système de production est donc un point central de la gestion conservatoire de la fertilité des sols. Cette gestion doit insister sur la couverture du sol; la profondeur du sol et, partant, la réserve hydrique; l'équilibre des pertes et des apports de nutriments; l'extension de la fertilisation à toute la surface cultivée, et pas seulement près du "rugo"; et la couverture des terres superficielles ou en trop forte pente par des couverts permanents (boisements et jachère) (ROOSE et al., 1988, pp.271 et 276).

Une autre question essentielle qui se pose est celle l'utilisation de la fumure organique par rapport à la fumure minérale. Beaucoup d'espoirs ont longtemps été et continuent à être placés dans l'association agriculture-élevage par l'alimentation des animaux au fourrage récolté sur des champs fourragers ou des haies, animaux qui donnent à leur tour du fumier. Pour avoir une grande quantité de fumier, on

penche pour l'élevage bovin mais l'achat d'une vache est un investissement financièrement lourd pour le paysan.

De plus, il n'y a pas assez de biomasse à transformer en fumier soit sous forme de déjections après digestion soit sous forme de litière. Par ailleurs, afin de s'assurer une meilleure qualité du fumier et de diminuer le risque, il faudrait diversifier les espèces animales, mais cela accroît le travail et complique la gestion de l'élevage pour le peu de fumier qu'on en retire.

Le rendement en fumier de la consommation de matière verte par l'animal devrait être étudié. Nous ne saurions passer sous silence la taille extrêmement petite de certaines exploitations qui même avec l'excédent de main-d'œuvre ne savent pas élever du gros bétail (difficulté d'alimentation) pour produire du fumier alors que ce sont précisément elles qui en ont le plus besoin étant donné l'intensivité de la culture de la terre. Par ailleurs, il faudrait privilégier la stabulation pour ne pas gaspiller le fumier par le vagabondage des animaux.

Devant ces limitations, il importe donc d'insister plus que par le passé sur d'autres sources de matière organique que le fumier de ferme. Pour le compostage, il faudrait limiter la concurrence avec les préoccupations énergétiques (combustible) pour les résidus de récolte, d'une part, et mieux valoriser les déchets de ménage, d'autre part. S'agissant du mulching (paillage), la paille se fait rare mais l'on pourrait la réserver aux usages plus intensifs et sur les cultures spécialement rentables comme les cultures maraîchères. Pour la caféiculture, on introduirait, comme l'idée fait déjà son chemin pour se traduire en mesure officielle, les variétés naines plantées plus denses avec la réserve qu'elles sont sensibles au déficit hydrique; la couverture vivante et l'association dans certaines conditions, d'une part, et la fertilisation, d'autre part, complèteraient cette mesure et l'on pourrait ainsi économiser le paillis. D'autres sources importantes de matière organique sont l'engrais vert et l'agroforesterie dont il convient de développer des technologies adaptées aux conditions du paysan. Pour l'ensemble de ces sources de matière organique, il est urgent d'en analyser la valeur fertilisante et la rentabilité de façon à établir définitivement lesquelles sont plus intéressantes et dans quelle proportion il faut les combiner à la fertilisation minérale et aux amendements calcaires ou phosphocalciques. Car de toute manière il faudra insister sur l'utilisation de la fumure organique plus comme moyen d'entretien du sol que comme, source d'éléments nutritifs des plantes étant donné la faible quantité disponible. La fertilisation minérale sera nécessaire même si elle requiert un important fonds de roulement et même si, sa technique n'étant pas encore maîtrisée, elle peut de temps en temps avoir des effets négatifs sur l'environnement et sur la qualité des produits de consommation.

Nous voulons, enfin, souligner que la politique nationale de conservation des sols doit s'atteler davantage à l'aménagement intégré des terroirs agricoles ou des bassins versants et des grands marais. La diversité des types d'exploitation d'un même terroir qui n'ont pas les mêmes priorités au niveau conservation des sols fait que les

travaux ne sont pas exécutés en même temps sur tout le terroir; il faudrait des études d'ensemble et des incitations suffisantes pour ce faire l'aménagement des marais est à

poursuivre avec plus de moyens techniques et financiers de façon à exploiter intensivement ces marais et à soulager la surexploitation des parcelles sur colline.

Forts de cet aperçu historique et critique, nous allons passer en revue les pratiques rwandaises aussi bien au niveau des structures anti-érosives qu'au niveau des éléments du système de production.

1.2. Les techniques actuellement pratiquées ou en observation au Rwanda.

Préalablement à l'étude régionale des techniques de conservation et d'amélioration des sols dans le cadre des systèmes de production, un passage en revue des techniques les plus pratiquées ou en observation au Rwanda en général s'avère très pratique et nous le faisons successivement pour:

- les méthodes d'aménagement ou structures anti-érosives;
- les méthodes agronomiques et biologiques; et
- les pratiques de fertilisation.

1.2.1. Les structures anti-érosives

1.2.1.1. Quelques techniques autochtones

Comme éléments de structures anti-érosives, on rencontre plus ou moins localement des techniques autochtones qui n'ont pas été confirmées ou améliorées par la recherche pour être vulgarisées mais qui présentent un intérêt évident (NYAMULINDA, 1989, pp.4-7; GASAMAGERA, 1989, p. 43):

- 1° Terrassettes "inyanamo" des fortes pentes de la Crête Zaïre-Nil largement utilisées en communes Nyakinama et Nyamutera;
- 2° Microbarrages isohypses en pierre de lave;
- 3° Fixation des talus et protection des talwegs contre les ravinements et les risques d'érosion par des essences agroforestières autochtones;
- 4° Murets en pierres pratiqués à Kibuye;
- 5° Fosses creusées dans les sentiers sur les versants des collines pratiquées à Cyangugu ("rudumburi") et à Butare ("citernes");
- 6° Canalisation de déviation pour leur conservation dans les champs des eaux provenant des routes et des toits des maisons pratiquées à Kibungo et au Bugesera; etc.

1.2.1.2. Les fossés et haies anti-érosifs

Comme nous l'avons souligné plus haut, le système vulgarisé par le MINAGRI a été celui des fossés aveugles protégés par des haies d'herbes notamment de Setaria, Trypsacum et Pennisetum. C'est ainsi que nous les retrouvons presque partout au Rwanda à des degrés de réalisation et d'entretien variables selon les régions ou le dynamisme des agriculteurs.

Ils divisent bien les pentes trop longues en provoquant le stockage des sédiments et l'infiltration quand les sols sont bien filtrants. Mais si les sols sont superficiels, il y a risque de glissement. Ils sont du reste mal adaptés aux très fortes pentes et aux pâturages où les animaux détruisent les talus. De plus, si les fossés, talus et parcelles sont mal protégés, les fossés se bouchent rapidement et provoquent des ravinements. Nous avons déjà signalé l'acceptation difficile par le paysan à cause des exigences élevées en main-d'œuvre sans amélioration immédiate de rendement et avec diminution de superficie (ROOSE et al., 1988, pp. 271 et 274).

SABATIER (1987, p.88) avance le chiffre de 162 homme-jours par hectare (de 80 à 320 suivant la pente) pour l'établissement du réseau anti-érosif; et comme le paysan est déjà sollicité pour d'autres activités de l'Umuganda (voirie, entretien routier, entretien des écoles, etc.) et que la période de creusement des fossés ou de plantation des boutures de haies d'herbes fixatrices correspond à la préparation des terres pour les labours de septembre, le travail est négligé (fossés mal calibrés, peu ou pas de haies vives...). L'entretien des fossés est lui-même difficile.

Il importe donc d'étayer la vulgarisation des fossés anti-érosifs par les résultats d'une recherche appropriée de coûts et bénéfices pour l'agriculteur qui pourraient dans pas mal de cas donner plus de poids aux haies seules (JONES et EGLI, 1984, p.82). Il faudrait également, ce qui n'est pas systématique dans le contexte rwandais du fait que l'on voit certaines autorités communales reprendre à leur compte le thème de lutte anti-érosive et imposer l'extension la méthode à l'ensemble de l'espace (SABATIER, 1987, p.88), que les méthodes conservatoires appropriées à la pente et à certains types de terrains soient respectées et que l'on ne creuse pas les fossés dans tous les cas. Le tableau 2 présente certaines des mesures conservatoires appropriées à la pente.

Il est certain que ce schéma n'est pas bien respecté dans la pratique surtout pour les équidistances qui restent trop larges et ne permettent pas une formation facile des terrasses progressives. Normalement, le système d'aménagement par fossés garnis d'herbes fixatrices aboutit à la formation progressive des terrasses au cours de quelques années (autour de 7 ans).

En effet, l'érosion emporte la terre de la partie supérieure du champ pour la déposer au-dessus des lignes anti-érosives de la partie inférieure. Le labour habituel d'en haut en bas va encore accélérer ce processus. L'inconvénient de ce système est qu'une grande partie de la terre fertile est enterrée dans le talus et par conséquent fait rapidement apparaître le sous-sol stérile ou même la roche-mère sur la partie inférieure de la terrasse ainsi créée. Cela demande un effort particulier d'amélioration de la fertilité (KRIEGL et PREISLER, 1987, p. 7).

Tableau 2. Caractéristiques de la pente du terrain et mesures conservatoires Appropriées

Degré de pente (%)	Pente (classe)	Chute verticale (m)	Equidistance entre courbes de niveau (m)	Danger d'érosion	Mesures conservatoires	Aptitude agricole	Techniques culturales
2	Quasi-nulle	1.0	50	Nul	-	Toutes Cultures	Toutes techniques
5	Faible	1.5	30	Moindre	Haies vives seules	Toutes cultures	Toutes techniques
10	Modérée	2.5	25	Susceptible	Haies vives + fossés discontinus	Toutes cultures à occupation totale	Selon courbes de niveau
15		3.0	20	Grand	Haies vives + fossés discontinus	Cultures à occupation totale du sol	Selon courbes de niveau et en bandes
20	Assez forte	3.0	15	Grand	Haies vives + fossés		
25	Forte	3.5	14	Grave	Haies vives + fossés discontinus, terrasserment	Prairies, boisement, cultures vivrières rentables (riches)	Selon courbes de niveau et cultures manuelles
30		4.0	13	Très grave	Haies vives + fossés discontinus	Boisement, prairies	
35	Très forte	4.5	13		Haies vives	Boisement	
	Prohibitive	5.0	12.5 - 5				

Source:HABIYABANJE (1980, p.175)

Des faiblesses du système de lutte anti-érosive ont été également citées par KABILIGI (1985, p.115 et 116):

- haies insuffisantes sur le talus et ne pouvant servir ni à la lutte contre l'érosion ni à la production du fourrage;
- les terrasses progressives se forment mais dans les haies vives il y a des brèches non réparées;
- terrasses devenant de simples escaliers car fossés n'existant plus au pied du talus par manque d'entretien;
- le choix d'espèces d'herbes à planter pour constituer la haie vive n'est pas toujours dans le sens à favoriser celles à meilleur rendement;
- les herbes fourragères qui devraient nourrir le bétail en stabulation, sont sauvagement broutées et détruites sur place par le bétail errant qui en même temps détruit les talus.

1.2.1.3. Le terrassement radical

Une technique préconisée mais encore en observation est le terrassement radical. Il s'agit d'un type d'aménagement qui connaît pas mal de controverses quant à sa diffusion généralisée sur les exploitations paysannes.

Le Mémento de l'Agronome (1980, p.252) précise qu'il s'agit d'un procédé très ancien nécessitant des travaux considérables et ne se justifiant, à la rigueur, que pour établir des cultures riches sur des terrains à forte pente lorsque les terrains plus propices font totalement défaut. C'est un procédé qui a l'avantage d'arrêter totalement l'érosion et cela suffit, pour ses défenseurs, à justifier les efforts d'investissement requis. Ses détracteurs, par contre, trouvent que cet investissement est trop élevé et que des contraintes socio-économiques et techniques sont fortes au niveau de l'agriculteur. Avant de nous *prononcer* sur l'opportunité des terrasses radicales, nous jugeons utile de citer rapidement des arguments pour ou contre dans un cadre général.

YAMOAHA (1987a) trouve qu'il y a beaucoup de contraintes à la promotion des terrasses radicales dans les régions d'altitude du Rwanda:

- coût élevé de construction et d'entretien (environ 70.000 F/ha);
- perte de la terre arable (déjà rare) qui pourrait être de plus de 50 % sur des pentes de plus de 60%;
- manque de personnel formé pour superviser l'application sur des exploitations paysannes;
- prédominance des sols peu profonds sur schiste ou quartzite classés comme lithosols (ISAR, 1985);
- accumulation d'eau dans les terrasses causant des glissements;
- difficulté d'écouler l'eau excédentaire via des exutoires artificiels à cause de la rareté et du morcellement des terres de l'exploitation;
- réduction initiale de la fertilité du sol qui exige ainsi des quantités relativement importantes d'amendements organiques et de fertilisants non disponibles en quantité suffisante dans le système.

ROOSE et al. (1988, p.271) précisent que l'avantage des terrasses radicales est de réduire la pente et l'érosion, d'une part, et de faciliter le travail du sol, d'autre part. D'après les mêmes auteurs les inconvénients sont:

- l'important travail d'aménagement (810 hommes-jours par ha) ;
- l'augmentation de l'infiltration localisée près de la roche favorisant les glissements;
- le temps assez long (quelques années) qu'il faut pour refaire un sol par apport massif de fumier, de phosphore (et de chaux pour les sols acides) avant de voir les rendements doubler;
- la lixiviation des nutriments solubles favorisée par la réduction trop forte du ruissellement en forçant l'infiltration.

Selon MUTWEWINGABO (1989), le système de terrasses radicales est à prendre avec précautions. Toutefois, associé à des techniques telles que les associations de cultures, les cultures en bandes alternées, les haies vives unies et bien espacées, l'augmentation de la stabilité structurale par l'apport des fumiers, la jachère, etc., ce système pourrait être bénéfique.

Les observations continuent dans différents projets de développement (IPV Karago-Giciye-Satinskyi-Kibilira, Projet CZN, etc.) et au Centre de Kisaro à Byumba.

Pour une défense détaillée de la méthode, lire WIEME (1982, pp.132 et 133), KABILIGI (1985, p.116) et KRIEGL et PREISLER (1987, pp.20 et 21).

Nous retiendrons seulement les idées suivantes:

- la méthode est difficile et peut immobiliser le terrain mais:
 - 1° l'effort fourni est un bon investissement: le travail de terrassement ne demande que 4 fois plus qu'un labour profond ordinaire (400 HJ par ha au lieu de 100 HJ pour le labour) à l'IPV; à Kisaro le travail pour une terrasse de 5 m de large est de 482 HJ par ha (et cette largeur semble la plus favorable pour la région de Byumba). Par un travail à la tâche pour aménager un terroir, il faut 100 000 F par ha. En acceptant cet investissement, si on en a les moyens, on peut avoir des rendements intéressants, le travail est fait une fois pour toutes et les opérations de labour et d'entretien sont facilitées.
 - 2° l'immobilisation du terrain sera d'autant plus important que le terrain est dégradé et que, par conséquent, il ne donnerait pas de production intéressante avant sa restauration par quelque autre méthode que ce soit. De plus, comme de toute façon le paysan peut difficilement aménager tous ses champs à la fois, il peut exécuter annuellement le terrassement sur une petite portion de sa parcelle et ainsi éviter sa totale immobilisation.
- Le danger de glissement peut être augmenté par une construction inadéquate de la terrasse; il faut bien respecter la contre-pente et aménager des exutoires. Notons bien entendu que là où les types de sols peu profonds ou la très forte pente ne le permettent pas, il ne faudrait pas vouloir à tout prix exécuter des terrasses.

- Si on valorise le talus par la culture fourragère ou la plantation de quelques arbres utiles, la superficie n'aura pas diminué après terrassement, au contraire!

Pour les avantages et inconvénients respectifs de la grande terrasse (Kisaro) et de la petite terrasse (IPV), lire KRIEGL et PREISLER (1987, pp.9-11).

Nous ne saurions clôturer cette discussion sans souligner que le terrassement radical devra tenir compte des réalités des exploitations: spéculations pouvant rentabiliser rapidement les terrasses, disponibilité de matière organique et de fumure minérale, en particulier phosphorique, existence préalable de fossés anti-érosifs déjà tracés, présence de cultures pérennes comme le caféier et le bananier, disponibilité de main-d'œuvre, etc. Nous reviendrons sur ces réalités spécifiques dans notre étude régionale à la 2ème partie.

1.2.2. Les méthodes agronomiques et biologiques intégrées dans le système de production.

Ces méthodes qui ne sont pas strictement des barrières physiques ou des structures permanentes contre l'eau et les sédiments établies pour modeler le paysage (NYAMULINDA, 1989, p.4) font partie du système de production. Elles apportent de la matière fertilisante, du fourrage ou du bois, participent à la régulation climatique, arrêtent le vent ou servent à la couverture du sol en plus de leur rôle de fixation éventuelle du sol par le système racinaire.

1.2.2.1. La polyculture et l'association des cultures

Même si nous nous acheminons vers une spécialisation régionale des cultures, un certain niveau de polyculture doit être gardé. Au Rwanda, le climat permet généralement, même à l'intérieur d'une même région, toute une gamme de cultures en pur ou en association. Les systèmes de production sont ainsi diversifiés et permettent non seulement certains avantages au niveau agronomique (différentes profondeurs d'enracinement et utilisation plus efficace des matières nutritives du sol, interception du vent et de la pluie par l'étagement des plantes, possibilités de culture en bandes avec différentes couvertures végétales...) mais aussi la diminution des risques.

1.2.2.2. Le mulching (paillage)

Les recherches entreprises au Rwanda comme ailleurs montrent que le mulching a un effet important contre la dégradation des sols. Il s'agit d'une technique très efficace pour freiner l'érosion hydrique.

En effet, le paillis dans toutes ses formes agit sur la déflation, favorise les apports organiques et la vie microbienne, piège l'eau et les sédiments et limite l'évaporation (LAL, 1977 et MIETTON, 1986 cités par NYAMULINDA, 1989, p.9).

Cependant, cette méthode simple, accessible et efficace n'est pas généralisée dans les exploitations agricoles, même pour le café, surtout par manque de quantités suffisantes de matériel végétal (NYAMULINDA, 1989, p.10).

Aujourd'hui, le paillage n'est plus aussi complet et soigné qu'auparavant. Il semble par ailleurs y avoir des variations régionales selon par exemple la densité de la population et le degré d'exploitation des marais (où l'on peut récolter du matériel pour le paillage) qui en découle; c'est ainsi que les préfectures de Kigali, de Gitarama et de Butare ont des caféiers peu ou pas paillés. Les exploitations de telles zones sont donc limitées au paillis qui est un sous-produit de l'exploitation elle-même car la faible valeur du paillis fait qu'il est très coûteux d'aller le chercher loin ou de le transporter.

DRESSLER et ZUBLIN (1982) estimaient qu'une exploitation typique pouvait produire 500 Kg de paillis, l'équivalent de 6.25 t/ha pour une superficie de 0,08 ha de caféiers (160 pieds), ce qui est très inférieur à la quantité recommandée de 20 t/ha ou plus (JONES et EGLI, 1984, pp.67-69). Nous avons parlé du caféier mais d'autres cultures pourraient également bénéficier du paillage. Le maraîchage et la bananeraie en bénéficient déjà mais pour la bananeraie on ne peut pas dire qu'elle est véritablement paillée car elle utilise ses propres troncs et feuilles. S'agissant des cultures annuelles, leur paillage est plus difficile; il ne peut être fait qu'après la levée pour ne pas empêcher la germination et, ainsi, le paillis ne peut pas être mis en place à l'arrivée des pluies quand le sol est précisément soumis à une forte érosion. En outre, les plantes annuelles étant plus près du sol que les plantes vivaces, le paillis, avec son micro-environnement d'insectes et de moisissures, est plus proche des feuilles. Donc, concernant les cultures annuelles, il faudra encourager une recherche soutenue telle que l'a commencée l'IITA (JONES et EGLI, 1984, p.71).

1.2.2.3. Les plantes de couverture du sol (JONES et EGLI, 1984, pp.72-81 et ROOSE et al, 1988, p.276)

La forêt naturelle, qui empêche toute perte de terre arable et préserve la fertilité du sol, commence à être rare car, sa valeur ajoutée annuelle par hectare étant faible par rapport à d'autres usages de la terre, la population a tendance à la défricher malgré sa protection vigoureuse par l'Etat. Peut-être est-il plus intéressant de ne garder la forêt que sur des terres moins fertiles ou de la remplacer par les boisements artificiels avec un bon choix d'espèces surtout que la densité de la population dans certaines zones interdit pratiquement de réserver la terre pour la forêt. L'évolution normale sera donc la substitution progressive au bois de chauffage d'autres sources énergétiques, par exemple la tourbe, et aussi le remplacement du bois dans ses autres utilisations par d'autres produits.

Néanmoins comme ces solutions ne peuvent pas venir tout de suite, l'agriculteur a tendance à produire son propre bois de chauffage en limite de champ, dans un petit boisement. Le choix des espèces est un autre problème délicat.

Les eucalyptus par exemple ont un croît annuel moyen élevé ainsi qu'un feuillage mince qui réduit leur pouvoir d'ombre et permet ainsi la croissance d'autres plantes (même s'il peut produire des toxines contre ces plantes) mais ils ont besoin de beaucoup d'éléments nutritifs pour une croissance forte. Les légumineuses, fixent l'azote mais accusent un croît moyen faible. Par exemple, alors que les eucalyptus produisent 30 à 35 m³/ha/an, les grevillea n'en produisent que 15 à 20. Cependant, les agriculteurs préfèrent souvent les grevillea pour leurs qualités d'enrichissement du sol et le fait qu'ils donnent moins d'ombre à leurs cultures.

Une autre culture de couverture pratiquée au Rwanda est le théier qui conserve bien le sol; il pourrait être mieux intégré dans les exploitations traditionnelles. Le théier peut souvent être une culture de réjuvenation sur des pentes escarpées qui sont si acides et si toxiques en aluminium qu'elles ne peuvent être récupérées autrement.

Les bananiers jouent déjà et peuvent encore jouer le même rôle de conservation du sol que les arbres et les théiers.

Les bananeraies denses ont une efficacité presque totale pour stopper l'érosion et le ravinage. Mais il n'y a sans doute pas de place pour une expansion très forte des bananes dans la production des exploitations: il y aurait un régime trop riche en calories par rapport à d'autres éléments nutritifs et la demande de la région pour les bananes et pour la bière est plus ou moins satisfaite alors que la création d'un marché d'exportation semble peu probable. Toutefois, des possibilités de redistribution physique des bananiers dans les schémas de culture existent.

Les bananiers pourraient être plantés le long des courbes de niveau au lieu de les assembler en plantation compactes; ils pourraient également être espacés et intercalés avec des caféiers, des haricots ou d'autres cultures, évolution qui est constatée dans la zone du Lac Kivu.

Les cultures annuelles peuvent également être utilisées comme couverture pour la conservation du sol. Leur problème est que: (a) elles laissent le sol nu pendant la saison sèche, en sorte que la lumière solaire directe et les températures élevées, qui en résultent, accélèrent la décomposition des matières organiques du sol, et (b) elles viennent d'être plantées quand les pluies d'automne sont les plus violentes, en sorte qu'elles ne couvrent pas le sol.

D'où il faudrait trouver un moyen d'accroître la couverture du sol au moyen de plantes annuelles en utilisant celles qui couvrent pendant la saison sèche et pendant les premières pluies. Le meilleur espoir semble être à présent la patate douce. Cette culture peut également être pratiquée en billons isohypses tous les 5 à 10 mètres pour réduire le ruissellement. Pour d'autres cultures annuelles, à l'instar de l'arachide semé dense, la propriété couvrante pourrait être un critère de choix important.

1.2.2.4. Haies vives, agroforesterie, engrais verts et fixation de l'azote

Les bordures des fossés et des terrasses et les talus sont enherbés avec les plantes fixatrices telles que Setaria, Tripsacum et Pennisetum. Ces espèces sont plantées en courbes de niveau en double ligne ou en quinconces pour délimiter les assolements. Ces plantes fixent les terres de talus, produisent du fourrage, sont coupées et utilisées comme paillis pour les caféiers ou, dans le cas du Pennisetum, servent comme tuteurs. Mais ces haies vives, pour ne pas épuiser la fertilité du sol et pour donner de bons rendements, devraient elles aussi être fertilisées comme d'autres cultures, ce que le paysan concevrait difficilement. Aussi faut-il trouver des solutions de rechange ou de complément aux haies vives, en l'occurrence l'agro-foresterie (JONES et EGLI, 1984, p.83).

Nous avons déjà parlé de l'eucalyptus, dont la place ne semble pas importante dans les champs paysans, et du Grevillea robusta qui est la seule essence vulgarisée et acceptée dans tout le pays. D'autres essences sont observées, mais occupent une place encore timide dans les champs, à savoir: Cassia spectabilis, Calliandra calothyrsus, Leucaena leucocephala, Sesbania, Cedrella, Maesopsis, Jacaranda, Erythrina abyssinica, Cajanus palan, Morus alba et divers euphorbes; on propose de tester également Alnus nepalensis ou A. acuminatus, Cyphomandra betacea ou Acacia melanoxylon. Ces espèces fournissent du bois de chauffe, du fourrage ou des émondes enfouis en culture en couloirs. Le système des cultures en couloirs entre deux haies d'espèces arbustives distantes de 5 à 10 mètres a été testé à plusieurs stations mais n'est pas encore vulgarisé en milieu rural (ROOSE et al., 1988, p.272 et 273).

Une technique qui n'est pas adoptée mais qui pourrait l'être à certaines conditions est l'engrais vert. Il s'agit d'une culture qui peut rétablir la fertilité du sol beaucoup plus rapidement que les méthodes traditionnelles en améliorant la terre arable et en y ajoutant de l'azote surtout quand on utilise une légumineuse comme Mucuna, Stylosanthes, Crotalaria, ou Dolichos lablab. Mais en dehors d'une station de recherche ou d'une grande exploitation mécanisée, les besoins en main-d'œuvre des cultivateurs, qui doivent retourner et enterrer l'engrais vert à la houe, sont prohibitifs (JONES et EGLI, 1984, p.85). Par ailleurs, une bonne croissance de l'engrais vert exigerait qu'il soit lui-même fertilisé alors que le paysan a plutôt tendance à fertiliser, quand il le fait, les cultures qui donnent directement la récolte.

Un agriculteur a la possibilité d'augmenter la quantité d'azote à sa disposition sans utiliser d'engrais mais en faisant pousser des légumineuses fixatrices d'azote comme c'est déjà le cas du soja. Certains arbres utilisés en agroforesterie peuvent fixer l'azote en plus de donner du bois de chauffe, de fixer le sol et de remonter les éléments nutritifs riches à la surface par leur enracinement profond. Il importe de proposer des espèces de ce genre à l'agriculteur.

Egalement, il faudrait améliorer la qualité des haricots et des petits pois dans les conditions des exploitations. Les pois cajans peuvent également être essayés par les agriculteurs si de bonnes semences sont mises à leur disposition (JONES et EGLI, 1984, pp.84 et 85).

Mais, il faut se souvenir que la fixation de l'azote est un processus consommant de l'énergie. Pour chaque tonne de soja produite, d'une teneur de 30 à 40 % de protéines, 100 kg d'azote doivent être fixés par les rhizobia symbiotiques. Pour cette raison la plante doit fournir une quantité d'énergie équivalent à 400 kg d'hydrates de carbone, ce qui explique pourquoi les rendements des légumineuses sont relativement bas (LECLERC, 1982, p.108) et qui implique la nécessité d'un équilibre entre, d'une part, les légumineuses et, d'autre part, les céréales ou les tubercules produisant plus d'hydrates de carbone à l'ha.

1.2.2.5. La jachère et l'amélioration des pâturages

Le MINAGRI/SESA (1985, p.170) rapporte que les jachères occupent encore environ 10% de la superficie totale en 1984, mais certaines superficies supposées être en jachère correspondent en réalité à des sols dégradés que l'on est obligé d'abandonner. Il reste que, là où cela est possible, la jachère est un bon moyen de rétablir la fertilité et que son emploi peut être préférable à celui des engrais verts en culture sans engrais (Mémento de l'Agronome, 3^e éd., 1980, p.250).

Dans les zones encadrées par les projets de développement agricole et rural, comme à GBK-Gishwati ou à l'OVAPAM, il y a une certaine amélioration des pâturages d'agriculteurs - éleveurs par extirpation du Cymbopogon afronardus ou par plantation du Kikuyu grass (Pennisetum clandestinum), du trèfle, etc. La rotation des pâturages peut être également pratiquée dans de telles zones.

1.2.2.6. Le labour

Le type de labour est un autre moyen agronomique de conservation des sols. Il doit être fait de préférence en grosses mottes de façon à ne pas rendre trop tôt la terre trop friable et, ainsi, l'exposer à l'érosion. Mais JOSEPH (1982, p.118) note qu'au Rwanda, le labour s'apparente plus à un léger grattage ou décapage du sol dans le but de préparer le lit semencier ou d'éliminer les adventices qu'à une méthode de conservation du sol proprement dite. Le labour perpendiculaire à la pente sur les terrasses n'est pas non plus une technique acquise chez les paysans et devrait être encouragé.

1.2.3. Les pratiques de fertilisation organique ou minérale et d'amendements calcaires

1.2.3.1. Le fumier et le compost

Les agriculteurs rwandais utilisent déjà le fumier et le compost et la fertilité des champs immédiatement autour du "rugo" le montre. Mais, les techniques ne sont pas meilleures en moyenne malgré que le fumier et le compost sont des thèmes importants

de la vulgarisation. Cela est sans doute dû au fait que jusqu'à une époque récente la densité de la population était suffisamment faible pour que les jachères puissent jouer leur rôle et que, par conséquent, la population ne connaissait pas ces nouvelles techniques. De plus, le fumier et le compost (ramassage, compostage, transport) impliquent beaucoup de travail (et du travail non propre) dont il importe de bien calculer la rentabilité marginale pour voir dans quelles conditions il est intéressant pour le paysan (JONES et EGLI, 1984, pp 87 et 88).

L'autre contrainte de l'agriculture rwandaise et la faible disponibilité de la matière première pour le fumier et le compost qui fait que, même avec l'élevage en stabulation et les résidus de récolte, les quantités recommandées ne peuvent être atteintes. Au lieu des 15 à 40 t à l'ha prévues selon les types de sols ou les cultures, on observe des doses souvent inférieures à 5 t/ha sauf pour certaines cultures comme la pomme de terre (10 t/ha) ou le blé (18 t/ha) (UNR et MINIFINECO, 1989b, p.18).

Pour une analyse détaillée des contraintes et des techniques possibles d'utilisation du fumier et du compost au Rwanda, lire LECLERC (1982, pp.108-112), HATEGEKIMANA (1989, pp.280-288), NKURUNZIZA (1989, pp.296 et 297), MINAGRI/APNI (1990, pp.8-26) et ROOSE et al. (1988, p.272).

Une telle analyse montrerait que la voie du fumier et du compost comme source de matière organique est à encourager en améliorant toujours les techniques mais en privilégiant celles qui ne coûtent pas beaucoup de main-d'œuvre et en prenant comme nouvelle orientation l'usage simultané de matière organique et d'engrais chimiques dans des combinaisons appropriées au contexte de chaque exploitation. Soulignons que le problème de transport du "rugo" au champ n'est pas le plus limitatif, à notre point de vue, car le MINAGRI/SESA (1985, p.179) nous apprend qu'en 1984, 64% de la superficie des champs se trouvaient à moins de 5 minutes de marche alors que seuls 24% étaient fumés.

Il faudrait donc étendre la fumure organique à la plus grande partie du champ surtout que la synthèse des travaux exécutés par la recherche agronomique montre l'intérêt de combiner fumure organique et fumure minérale sur des sols pauvres à moyennement fertiles comme bien résumé par le MINAGRI/APNI (1989 a, p.45) et bien détaillé par NYABYENDA (1985, pp.117-135) et par le MINAGRI/APNI (1989b, pp.79-94).

Le fumier et le compost apparaissent comme des éléments fertilisants à effet bénéfique surtout à forte dose, mais étant donné leur faible disponibilité, il est indispensable de bien étudier leur meilleure gestion ainsi que les meilleures rotations dans lesquelles on puisse les utiliser, d'une part, et poursuivre les essais pour leur meilleure combinaison avec les engrais chimiques, d'autre part.

1.2.3.2. Les engrais chimiques

Les engrais chimiques sont très peu utilisés et sont principalement appliqués sur des cultures industrielles notamment le théier.

L'utilisation des engrais chimiques sur les cultures vivrières traditionnelles n'a démarré que vers 1984 et les essais du programme engrais de la FAO ont déjà donné quelques doses recommandées pour les différentes cultures mais qui restent assez générales, i.e. ne sont pas encore affinées par type de rotation, par environnements régionaux spécifiques et, comme noté ci-haut, pour différents niveaux de combinaison avec la fumure organique. Les quantités d'engrais importées depuis 1967 apparaissent au tableau 3.

Tableau 3 : Quantité d'engrais importée annuellement de 1967 à 1989.

Années	Quantité (tonnes/an)	Années	Quantité	(tonnes/an)
1967-1972	1 077 . 2	1985	5	000.0
1973-1977	1 668 . 3	1986	3	620.0
1978-1982	1 038 . 8	1987	5	100.0
1983	1 627 . 0	1988	5	613.0
1984	3 119. 0	1989	7	463.0

Source: NEZEHOSE (1990, p.144).

Il ressort de ce tableau que les quantités d'engrais utilisées restent très faibles jusqu'en 1983 mais connaissent une augmentation importante depuis 1984. Il est clair que même en 1989 avec 7463 tonnes, la quantité appliquée reste insignifiante en moyenne par rapport aux superficies cultivées. A titre illustratif, en 1984 le MINAGRI/SESA (1985, pp.70 et 83) rapporte que la superficie cultivée pour les 2 saisons était de 1 402 . 6 ha soit une moyenne de 2.2 kg d'engrais à l'ha! Bien entendu cette faible quantité est appliquée surtout au théier et, d'une façon localisée, à quelques autres cultures surtout en champs d'agriculteurs progressistes ou dans certaines exploitations non familiales (coopératives, exploitations modernes...) qui pratiquent des doses proches de celles recommandées telles qu'elles apparaissent au tableau 4.

Tableau 4. Recommandation des doses d'engrais sur les cultures

Culture	Type d'engrais	Dose (kg/are)	Période d'application	Mode d'application
Maïs et sorgho	DAP	1 . 0	Juste avant semis ou Après levée	Entre les lignes
	Urée	1 . 0	45 jours après levée	Entre les lignes
-	NPK 17-17-17	2 . 5	Même jour avant semis ou après levée	Entre les lignes
Patate	NPK 17-17-17	3 . 0	Plantation	-
Pomme de terre	NPK 17-17-17	3 . 0	Plantation	Poquets de plantation
Soja + Rhizobium	DAP	1 . 0	3 semaines	Entre les lignes
Blé - Triticale	NPK 17-17-17	2 . 5	Juste avant semis ou après levée	Entre les lignes
	+ Urée	1 . 0	45 jours après levée	Entre les lignes
Caféier	NPK 20-10-10	400 g	En deux temps : octobre et mars	Autour de l'arbre
Théier	Urée	2 . 0	2 fois/an	Entre les lignes
	NPK 20-10-10	5 . 0	1 fois/ans	Entre les lignes

Source: MINAGRI/APNI (1989 a, p.73)

D'autres doses recommandées ne figurant pas dans le tableau 4 sont:

- 2 kg/are de NPK 17-17-17 pour les légumineuses (arachides, petit pois, haricot et soja);
- 1.1 kg/are de DAP pour le soja, l'arachide et le haricot;
- 500 g/arbre d'urée pour le bananier; et
- 4 kg/are de KCl pour le théier.

On rencontre également, importés en petites quantités, le superphosphate triple (STP) le sulfate de potasse et d'autres engrais simples (NEZEHOSE, 1990, pp.144 et 145)

Les principaux importateurs d'engrais sont l'OCIR-thé, la stratégie alimentaire/ Programme APNI, le programme Engrais FAO/DANIDA, NAHV, SORWATHE et HOESCHT. Les quantités importées, les pays fournisseurs, les prix CAF ou les prix de revient, ainsi que les prix de cession à l'agriculteur peuvent être lus chez le MINAGRI/APNI (1989 a, pp.55-57) et chez

NEZEHOSE (1990, pp.146 et 147). Il apparaît que les engrais importés du Japon reviennent plus chers à l'Etat.

Le prix de cession à l'agriculteur est subventionné ou correspond au prix coûtant (sans marge bénéficiaire).

D'aucuns pensent que l'utilisation des engrais pour les cultures vivrières n'est pas rentable mais il n'y a aucune justification empirique à cette idée. Des essais réalisés en champs d'agriculteurs progressistes qui utilisent déjà du compost et du fumier montraient que l'utilisation des engrais sur les cultures vivrières est viable économiquement et financièrement sous certaines conditions (des ratios valeur-coût supérieurs à 2).

En résumé:

- l'utilisation des phosphates est rentable pour les légumineuses, mais celle des engrais azotés ne l'est pas.;
- l'utilisation des engrais azotés et phosphoriques est rentable pour les céréales, et quelquefois pour les tubercules, même dans les sols relativement pauvres, et (sans doute) dans les endroits proches des marchés de ces récoltes;
- sur les hautes terres volcaniques, l'utilisation des phosphates est rentable, mais celle des engrais azotés ne l'est pas; et
- il n'y a pas d'effet appréciable des engrais potassiques (JONES et EGLI, 1984, p.86).

Cependant, il importe de faire attention au coût en devises de l'importation des engrais; il faudrait limiter les subventions et utiliser les engrais là où ils sont vraiment rentables (JONES et EGLI, 1984, pp.85-87). On pourrait néanmoins utiliser la subvention comme incitant dans les débuts pour tirer profit de la grande élasticité-prix de la demande des engrais: les agriculteurs augmentent sensiblement leur demande d'engrais quand le prix diminue dans les conditions du Tiers Monde tel que confirmé par le cas indien étudié par SIDHU J.S. et SIDHU D..S. cités par FONTAINE (1989, pp.195 et 196).

Du reste, diverses possibilités de production d'engrais existent au Rwanda: la fabrication industrielle de chaux, la fabrication de cyanamide de calcium, de l'ammoniac et de l'urée, des engrais composés et des engrais organo-biologiques.

Les matières disponibles au Rwanda pour la production des engrais ou des produits intermédiaires sont:

- calcaires: production de chaux et de carbure de calcium;
- tourbes: production du coke et ensuite de carbure de calcium;
- charbon de bois: production du carbure de calcium;
- gaz méthane: production de l'ammoniac et de l'urée; et
- azote atmosphérique: production de l'ammoniac et de l'urée.

Les matières disponibles dans les pays voisins sont les phosphates (Zaïre et Burundi) et la potasse (Uganda) (MINAGRI/APNI, 1989a, p.47).

Il faudra appliquer les engrais en tenant compte de l'érosion et des risques de lixiviation; des petites doses emballées dans des matières organiques et appliquées en dehors de périodes de fort drainage peuvent être d'une grande utilité à cette fin (ROOSE et al., 1988, p.273).

1.2.3.3. Les amendements calcaires

La chaux est utilisée en agriculture comme amendement pour corriger l'acidité des sols. Mais, cette pratique n'est pas encore bien connue chez l'agriculteur commun malgré que les travaux réalisés notamment par l'ISAR ont montré que l'apport d'amendement calcaire, surtout en présence des engrais NPK ou du fumier /compost, améliore significativement les rendements de plusieurs cultures (GASANA, 1985, p.296).

Les sols acides cultivés au Rwanda couvrent une superficie comprise entre 200 000 et 300 000 ha, soit environ 15 % de la superficie totale, et sont localisées dans les hautes terres de la Crête Zaïre-Nil et du Buberuka en préfectures de Gikongoro, Byumba, Ruhengeri et Gisenyi. Tandis que le pH est en général supérieur à 5.0 au Rwanda, ces régions accusent des pH inférieurs (de 3.5 à 4.9) qui permettent une augmentation d'Al dans la solution du sol empêchant le développement normal des cultures (GASANA, 1985, p.296 et NDIKUMANA, 1989, pp.59 et 61 citant NEEL, 1974 et VANDER ZAAG, 1982; MINAGRI, 1989a, p.26).

Le chaulage des sols tropicaux n'exige pas d'élever le pH à 7 mais à un niveau de neutralisation de la toxicité aluminique se trouvant généralement à des pH de 5.5 (PETERSON, 1975 et SANCHEZ, 1976 cités par GASANA, 1985). Les méthodes d'estimation des quantités de CaCO_3 nécessaires en tenant compte de l'Al échangeable ont été appliquées dans une étude couvrant le Rwanda par VANDER ZAAG (1982) citée par NDIKUMANA (1989, pp.60 et 61): les formules de KAMPRATH, de LATHWELL et de COCHRANE donnaient respectivement en moyenne 6.8, 8.4 et 3.4 t/ha de chaux.

La formule de COCHRANE tient compte de la tolérance d'une culture donnée et permet des économies de chaux mais, comme la détermination du degré de sensibilité des cultures et des variétés n'est pas une tâche aisée, la formule de KAMPRATH reste la plus pratique (GASANA, 1985, p.300).

Les doses d'amendements qui sont nécessaires varient suivant les cultures et les caractéristiques physiques et chimiques du sol. Ces doses varient généralement entre 1 et 5 tonnes d'éléments actifs (CaO et MgO) par hectare et peuvent être renouvelées tous les ans, ou plus généralement à des intervalles plus éloignés pouvant aller jusqu'à 4 ans. Pour des sols à pH inférieur à 5.2, NEEL (1974) a suggéré l'application de 2 t de chaux par ha pour les sols anthropiques et 4 t/ha pour les autres sols.

Ces observations ont été confirmées par RUTUNGA et NEEL (1980) sur les sols acides des prairies à Eragrostis de la région de Mata. Ces auteurs ont trouvé que 4 t de chaux par ha seraient l'optimum pour obtenir un arrière-effet sur 4 ans avec néanmoins une absence d'effet significatif immédiatement après le chaulage (MINAGRI/APNI, 1989 b, p.158 et GASANA, 1985, pp.296 et 297).

Le MINAGRI (1989a, p.27) reprend, par ailleurs, une conclusion des recherches menées sur les sols de Gikongoro par le PIA en collaboration avec la Faculté d'Agronomie et l'ISAR: un effet positif sur le rendement des cultures (pomme de terre, blé et triticales) a été obtenu par application de 4 à 8 tonnes de CaCO_3 , ce qui converge avec les calculs théoriques basés sur les formules données dans la littérature et donnant des quantités de chaux (CaCO_3) de 3 à 8 tonnes pour neutraliser la toxicité aluminique. En admettant que la chaux éteinte produite au Rwanda est de qualité moyenne de 50% de chaux pure (Ca(OH)_2) (de 36 à 81% selon le MINAGRI/APNI, 1989b, p.161), il faudrait théoriquement appliquer 6 à 16 tonnes par ha de cette chaux éteinte; soit un investissement de 72 000 à 192 000 F sur 4 ans au prix de 12 F le kg (8 à 9 F à la source et environ 5 F de transport selon le MINAGRI/APNI, 1989b, pp. 161 et 163). Si l'on considère que 2 à 4 t/ha donnent des accroissements de rendements apparemment satisfaisants sur au moins la pomme de terre et le blé, l'agriculteur devrait déboursier 24 000 à 48 000 F pour chauler un hectare avec des arrière-effets sur trois à 4 saisons, ce qui est un montant peu accessible dans les conditions actuelles surtout si on considère qu'il faudra ajouter les engrais, la matière organique et d'autres intrants non moins onéreux.

De plus, le problème de disponibilité de la chaux agricole se complique s'il faut l'importer; avant la dévaluation le prix CAF Kigali se trouvait déjà à 15 F/kg (NDIKUMANA, 1989, p.61) et il n'est pas certain que les réserves de chaux puissent suffire à elles seules à long terme pour couvrir les besoins (600000 t) estimés par VANDER ZAAG (1982) compte non tenu du chaulage d'entretien après les arrière-effets (GASANA, 1985, p.303). Ces réserves se chiffrent seulement à environ 2 455 000 t d'après les études de VERHAEGHE (1963), BERTOSSA (1970) et GRIGORIEV (1981) citées par GASANA (1985, pp.301 et 302) et MINAGRI/APNI (1989 b, p.160) sans inclure le gisement de Mashyuza exploité pour la production du ciment.

C'est ainsi que nous concluons avec GASANA (1985, pp.300 et 303) que l'on peut exploiter les informations disponibles dans la littérature sur les sols tropicaux pour

les indications générales sur les quantités et la qualité de chaux à appliquer tout en amplifiant la recherche spécifique:

- des espèces et variétés tolérantes aux conditions des sols acides et notamment à la toxicité aluminique;
- des conditions permettant de maximiser les effets du chaulage: apport du fumier /compost et des engrais;
- des besoins en chaulage d'entretien;
- des conditions particulières convenant à différentes cultures, différents systèmes de culture et Différents types de sols.

Il faudrait par ailleurs tirer profit assez rapidement des réserves de calcaires du pays quitte à importer seulement à long terme quand les *conditions* de notre économie seront plus favorables.

1.2.4. L'aménagement des marais

Dans les zones très peuplées du centre et du sud du pays, les marais ont été spontanément mis en valeur et quelques tentatives de mise en valeur par des méthodes modernes pour intensifier la culture et obtenir des récoltes multiples se sont soldées par des échecs. Dès qu'ils sèchent, les sols tourbeux des marais se durcissent et deviennent incultivables. Cela a fait que les paysans ont *continué* à utiliser leurs techniques traditionnelles et à ne faire qu'une récolte par an pendant la saison sèche. La principale raison apparente pour laquelle les marais ne sont pas cultivés actuellement pendant la saison des pluies est qu'ils débordent, et qu'il n'y a aucune régulation d'eau. Mais il y a aussi le fait que le travail de marais, plus difficile à cause des sols plus lourds et de l'aménagement, est *concurrencé* par le travail de colline en dehors de la saison sèche (JONES et EGLI, 1984, pp.68 et 93). Jusqu'ici les techniques empiriques pratiquées telles que le billonnage conservent bien le sol et l'eau mais une gestion plus rigoureuse est nécessaire si l'on veut exploiter plus intensivement les terres de marais (récolte multiple, maîtrise des crues et contrôle de la nappe phréatique) et cela a déjà commencé au niveau de certains marais grâce aux efforts des services compétents. Une autre contrainte des terres de marais est l'acidité de certains types de sols même riches en matière organique.

1.3. Conclusion

Cette revue des éléments de la politique nationale et des pratiques rwandaises en matières de *conservation* et d'amélioration de la fertilité des sols nous aura permis de constater les défis auxquels nous sommes confrontés et les potentialités qui s'offrent aux responsables politiques et techniques dans l'ensemble.

Il est apparu qu'aucune méthode n'est suffisante en soi ne pouvant répondre à la diversité des systèmes de production, des types de sols, des degrés de pente, etc., ou ne pouvant trouver suffisamment de matières premières ou de main-d'œuvre sur

l'exploitation ou encore assez de moyens financiers pour différents travaux et dépenses d'exploitation ou d'investissement.

L'approche d'intervention devra donc être intégrée, i. e. utiliser des combinaisons appropriées de méthodes anti-érosives et de fertilisation diverses telles que décrites dans cette partie, d'une part, et considérer l'aménagement d'un terroir agricole d'un seul tenant d'autre part. Cette approche devra en plus être régionalisée, i.e. tenir compte des différentes réalités régionales surtout au niveau des trois grandes catégories d'altitude (haute, moyenne et basse). Une note particulière doit être faite sur l'exploitation des marais et bas-fonds soient-ils de haute ou de basse altitude.

La mise en application d'une telle approche intégrée et régionalisée demande une base de connaissances préalables bien pensée sur différentes régions aux points de vue agro-écologique et socio-économique. Ce sera précisément l'objet de la partie suivante qui va traiter des systèmes de production régionaux toujours en insistant sur la composante conservation et amélioration des sols.

II. ETUDE REGIONALE DES SYSTEMES D'EXPLOITATION AGRICOLE

2.1. Quelques principales caractéristiques des systèmes rwandais

Une gamme de systèmes d'exploitation agricole est observée au Rwanda selon les conditions écologiques et techniques ou socio-économiques. Au point de vue agro-écologique 12 régions agricoles ont été tracées en 1974 par DELEPIERRE à l'aide notamment du croisement des critères altitude, pluviosité et types de sols. D'après nos investigations bibliographiques ou nos visites de terrain, il apparaît que le critère "altitude" est le plus simple et le mieux indiqué pour identifier les grandes catégories de systèmes d'exploitation en relation avec la conservation et l'amélioration des sols. Certes, les types de sols et le niveau ou l'intensité pluviométriques sont importants mais leur prise en compte systématique aboutirait à une multitude de systèmes et défierait toute tentative de généralisation alors que le travail n'a pas la prétention de rentrer dans le détail de tous les micro-systèmes du Rwanda. C'est ainsi que nous passerons en revue les différents systèmes d'exploitation par catégorie d'altitude (haute, moyenne et basse) avec une note particulière sur les marais et bas fonds.

Il faudra néanmoins noter que les systèmes identifiés ne seront pas très nettement différents entre eux en ce qui concerne les spéculations pratiquées étant donné le grand degré de subsistance et la tendance à la diversification. A partir du classement des cultures par ordre d'importance économique dans chaque région agricole établi par une étude du MINAGRI (1987), nous avons approché un classement à l'échelle de la grande catégorie d'altitude et du pays tel que repris au tableau 5. Cette importance est estimée en tenant compte de la superficie, du rendement et de la valeur de la production.

Il convient de remarquer que, dans l'une ou l'autre des grandes catégories d'altitude, les 10 cultures jugées les plus importantes économiquement à savoir le bananier, le haricot, la patate douce, le maïs, le sorgho, le manioc, le caféier, la pomme de terre, la colocase et le petit pois viennent presque toujours en première ligne; même dans les systèmes de haute altitude, les cultures comme le bananier et la patate douce occupent une place de choix du fait de l'importance représentée par la zone la moins élevée (de 1500 à 2000 m) moyennant bien entendu une chute des rendements qui est compensée par la superficie.

Tableau 5. Classement par catégorie d'altitude des cultures selon leur importance économique (rang R*)

RWANDA		HAUTE ALTITUDE						ALTITUDE MOYENNE				BASSE ALTITUDE				
	CULTURE	LAV	CZN	BUB	Σ	IMP	BLK	PLC	DGR	PLE	Σ	IMB	MAY	BUG	SVE	Σ
1	Bananier	4	1	3	3	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1
2	Haricots	3	3	2	1	2	4	2	5	3	2	4	6	6	5	6
3	Patate douce	7	4	1	4	7	2	3	3	2	3	9	4	3	4	5
4	Maïs	2	2	4	2	3	5	6	7	6	5	5	7	7	6	7
5	Sorgho	5	6	5	6	11	6	5	6	5	6	8	3	4	2	1
6	Manioc	-	8	8	11	4	3	4	4	4	4	3	5	2	3	2
7	Café	14	13	15	14	12	12	15	1	14	8	1	1	5	7	3
8	Pomme de terre	1	7	7	5	8	-	10	8	7	9	10	10	8	11	9
9	Colocase	8	9	10	8	5	8	8	9	10	7	-	9	10	12	10
10	Pois	6	5	6	7	10	-	7	10	9	11	-	12	-	8	12
11	Arachide	-	-	12	17	9	-	11	11	8	12	7	8	9	-	8
12	Soja	-	-	13	18	6	7	9	13	-	10	-	11	11	-	11
13	Riz	-	16	-	19	-	17	19	12	15	19	6	-	-	-	15
14	Thé	-	12	14	15	14	13	-	-	-	18	-	-	-	9	-
15	Canne à sucre	12	14	17	12	15	15	17	-	-	17	-	-	-	-	16
16	Tabac	13	15	16	13	-	16	18	15	16	20	-	13	12	13	13
17	Eleusine	10	10	11	10	-	-	13	-	-	21	-	-	-	-	17
18	Fruits	-	-	-	-	-	10	14	17	12	14	-	-	14	-	18
19	Ananas	-	-	-	-	-	11	-	16	13	15	-	-	15	-	19
20	Froment	9	11	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Igname	-	-	-	-	-	9	12	14	11	13	-	14	13	-	14
22	Quinquina	-	-	-	-	13	14	16	-	-	16	-	-	-	-	-
23	Pyrèthre	11	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	Légumes et autres	15	17	18	20	16	18	20	18	17	22	11	15	16	14	20

Tableau 5

(*) Nota

- Les chiffres indiqués correspondent au rang R de la culture dans le système d'exploitation agricole familial par ordre décroissant :
 - 1 = première culture,
 - 2 = deuxième culture,
 - 3 = troisième culture, etc.
- Σ : ensemble de la région de haute, moyenne ou basse altitude.

Source : Adapté de MINAGRI (1987)

A l'instar des cultures qui se retrouvent souvent dans différents systèmes d'exploitation, certaines caractéristiques de ces systèmes se révèlent assez générales et leur revue préliminaire basée sur les éléments de la première partie et sur nos propres observations de terrain nous paraît utile quant aux aspects tant agronomiques ou agroforestiers que socioéconomiques.

1) Aspects agronomiques

1° Place des cultures dans l'assolement / rotation / associations culturales et adoption de quelques techniques

- les associations de cultures posent le problème de l'utilisation des intrants spécifiques exigeant par exemple la culture en ligne;
- la culture intercalaire dans des bananeraies éclaircies est une technique dont l'adoption devient une réalité et qui permet d'augmenter la production tout en conservant relativement bien le sol;
- la caféiculture est confrontée au problème de disponibilité du paillis qui se fait rare à mesure que les jachères disparaissent et que les feuilles et stipes de bananier servent au paillage du bananier lui-même;
- le soja occupe une place de plus en plus importante dans le système et l'utilisation du rhizobium est bien connue;
- le manioc est réputé pour sa résistance à la sécheresse;
- le tournesol pourrait occuper une plus grande place dans le système si ses tiges sont utilisées comme tuteurs pour les volubiles ;
- le billonnage est une technique intéressante de conservation du sol et de l'eau aussi bien sur colline qu'en marais.

2° Les techniques de fertilisation

- application du compost non encore bien décomposé en visant la culture de la saison suivante (technique empirique des paysans notamment de Gikongoro

et de Kibuye non encore confirmée - parfois même découragée - par les techniciens);

- pour le calcul des besoins en fertilisants ou amendements, il importe d'isoler la partie proche du "rugo" avec sols anthropisés plus riches;

- dans la plupart des exploitations, il y a un déficit de matière organique car très peu de fumier est produit;

- les engrais verts posent un problème de main-d'œuvre pour une rentabilité non directement prouvée et semblent ne pas attirer l'agriculteur;

- l'élevage ne semble pas viser dans tous les cas la production de fumier; parfois, la production de lait ou la capitalisation (possession du bétail comme capital) semblent être aussi importants pour l'agri-éleveur;

- le compostage nécessite des matières premières qui sont également sollicitées à des fins énergétiques;

- l'application combinée de matière organique, des engrais et de la chaux semble intéressante mais les formules restent à préciser;

- il y a beaucoup de pertes par lixiviation dans les compostières - fumières mais le pavement des fosses semble coûteux même s'il est pratiqué par endroits dans des exploitations plus modernes;

- certaines régions ont compris l'importance capitale de la fertilisation surtout organique mais aussi minérale : des étables y sont généralisées et il y a une bonne consommation d'engrais minéraux parfois même sur des cultures de consommation domestique;

- il y a un problème d'application de la matière organique en marais à cause de l'éloignement et des difficultés de transport.

3° Les techniques de conservation des sols

- dans certaines régions où les pentes sont modérées, les agriculteurs pensent que les haies seules suffisent; de plus, quand les fossés sont tracés, pas mal d'agriculteurs n'acceptent pas encore plusieurs haies d'herbes fixatrices estimant qu'elles réduisent la superficie ou concurrencent les cultures en bordure du champ;

- le labour perpendiculaire à la pente qui est recommandée par les techniciens n'est pas souvent pratiqué par le paysan qui prétend que le travail devient ainsi très fatigant;

- la plupart des techniques traditionnelles n'ont pas encore été évaluées par la recherche;

- le terrassement radical n'est pas encore connu par la plupart des agriculteurs; là où il est connu, nombre de difficultés y relatives sont citées
 - coût en main-d'œuvre élevé;
 - problème de tassement et d'asphyxie par manque d'exutoires adéquats et, partant, insuffisance d'écoulement d'eau;
 - bouleversement de la structure et de la fertilité du sol par risque de remontée en surface des couches inférieures et donc exigence d'énormes quantités de fumure surtout organique;
 - la construction du talus demande beaucoup de soins;
 - les pentes terras sables peuvent inclure parfois des pentes assez fortes allant jusqu'à 60 % ou plus qui sont difficiles à travailler et qui peuvent être exposées aux éboulements si on ne fait pas assez attention aux caractéristiques physiques et à la profondeur du sol;
 - le terrassement devrait parfois être fait sur des terrains portant déjà des cultures pérennes comme les arbres fruitiers, le bananier ou les boisements;
- le problème de main-d'œuvre est réel parce que les travaux de lutte anti-érosive interviennent au moment où d'autres activités culturales sont nécessaires; néanmoins, on peut s'organiser pour :
 - (i) réaliser les travaux progressivement en terrassant d'abord une partie du terrain en l'occurrence la plus en haut de la pente et, partant, la plus proche du "rugo" que l'on peut facilement fumer, ou
 - (ii) exécuter le travail en commun et aménager rapidement un terroir donné;
- le labour en grosses mottes est une technique possible de lutte culturale contre l'érosion mais il n'est pas souvent pratiqué;
- quand les terrasses se sont bien formées, il y a lieu de reconverter les berges en talus incliné à pente très faible afin d'y pratiquer des cultures fourragères notamment.

2) Aspects agroforestiers

Plusieurs espèces agroforestières ont été triées pour différentes zones agro-bio-climatiques et l'on a une certaine indication sur leur adaptabilité et leur intégration potentielle dans les systèmes de production; mais, mises à part quelques espèces populaires comme Grevillea sp. ou quelques arbres ou arbustes traditionnels, la plupart des espèces recommandées ne sont pas encore adoptées à grande échelle par les agriculteurs malgré leurs avantages évidents comme sources de fertilisants, de bois d'œuvre ou de bois de chauffe. D'aucuns trouvent que les arbres ou arbustes agroforestiers concurrencent les cultures pour la lumière et les rejettent d'emblée avant d'essayer des espèces sans beaucoup d'ombre proposées par la recherche.

3) Aspects socio-économiques

1°. Objectifs de production : alimentaire, économique, énergétique ou écologique

- la distinction entre ces différents objectifs ou leur influence différente sur le choix des spéculations et des techniques de conservation ou d'amélioration du sol restent subtiles mais certains faits peuvent être notés

- l'agriculteur a tendance à investir beaucoup de travail dans des spéculations de rente à prix intéressant comme la pomme de terre, le blé et, dans une certaine mesure, le thé; l'argent obtenu sert à acheter des vivres ou, parfois à acheter des intrants comme les engrais servant à augmenter la production alimentaire (cultures vivrières) mais pas automatiquement car cet argent peut être utilisé à d'autres fins;
- la concurrence entre les activités de production (bois d'œuvre, résidus pour le compostage) et les préoccupations énergétiques (chauffage) a déjà été signalée;
- la subtile démarcation entre l'importance de chaque objectif d'élevage (fumier, lait et capital) mérite également d'être rappelée;
- l'objectif écologique (réserve forestière ou maintien du potentiel de fertilité de la ressource "terre") ne parvient pas à être réalisé dans un contexte de forte pression démographique obligeant à une surexploitation des terres par les cultures essentiellement vivrières.

2° Structures agraires : droits de succession, transactions et mode de faire-valoir fonciers et morcellement des terres

- le mode principal de transfert des droits fonciers est l'héritage, ce qui réduit la concentration des terres malgré l'augmentation récente de cette dernière suite à des transferts de type commercial (achat-vente);
- la concentration de la superficie effectivement exploitée est faible suite à des mécanismes de location mais ces derniers peuvent quand même réduire *l'incitation* à l'investissement dans des améliorations foncières (aménagements anti-érosifs, amendements calcaires et réseaux d'irrigation); seulement il est présentement difficile de vérifier le rapport entre la sécurité d'appropriation foncière et le niveau d'investissement étant *donné* que la location est rarement à longue période et que même sur les terres en propriété les investissements réalisés restent mineurs;
- la situation actuelle des droits de propriété ou d'exploitation des terres est telle qu'on observe un grand morcellement aussi bien (1) en exploitations (plusieurs petits propriétaires) et (2) de l'exploitation (plusieurs blocs séparés d'une même exploitation) que (3) parcellaire (plusieurs parcelles d'un même bloc à cause de l'assolement, des chemins, des ouvrages anti-érosifs, etc.); ce morcellement à trois

niveaux n'est pas de nature à faciliter l'organisation du travail ou la mise en œuvre d'un plan cohérent de fertilisation ou de conservation des sols.

3° Densité élevée de la population avec tous les problèmes qui en découlent aussi bien en termes de pression sur les terres (réduisant les jachères et l'opportunité d'obtention de l'herbe pour le paillage et la litière par exemple) que d'infrastructures sociales de santé et d'éducation notamment, annihilant ainsi tout effort de développement qui viendrait d'un investissement dans les secteurs plutôt productifs (intrants agricoles, agro-industries, etc.); il reste, néanmoins que même ces soins de santé et cette formation ne sont pas adéquatement assurés de façon à reproduire la force productive et à préparer aux emplois autres qu'agricoles.

4° Opportunités d'emplois non agricoles et débouché commerciaux

Les revenus hors exploitation sont principalement issus de la main-d'œuvre agricole salariée mais aussi, là où c'est possible, du travail d'ouvrier dans des services publics ou projets de développement; il n'est pas évident que ces revenus extérieurs soient principalement destinés à l'investissement dans le secteur de production alimentaire (pour l'achat d'intrants ou la rémunération d'un autre ouvrier à utiliser sur l'exploitation) et à l'achat de vivres. Tout dépend du niveau de contrôle des revenus par les différents membres du ménage (homme versus femmes ou enfants) ou d'autres priorités (santé, scolarité, impôts,...)

La proximité de la ville ou d'une route importante est un atout important à l'origine des rentes de situation pour certains agriculteurs pouvant facilement se trouver un emploi ou vendre leurs produits ; la culture intensive de certains marais pour les cultures horticoles notamment en est souvent une conséquence directe. Il reste qu'il n'apparaît pas une quelconque relation évidente entre cette proximité de la ville et le niveau d'investissement en matière de conservation ou d'amélioration des sols ; une relation négative est plutôt observée quand certains absentéistes se prétendant agriculteurs à temps partiel s'occupent trop des activités urbaines sans se souvenir de leur parcelle agricole.

5° Approvisionnement en intrants et crédit

- L'approvisionnement en intrants pose des problèmes de régularité mais il faudrait généraliser la pratique observée dans certains projets d'installer des points de vente d'intrants à chaque bureau de secteur administratif en plus de la commune et des groupements.

- Le crédit pose encore des problèmes de faible taux de recouvrement au niveau de la plupart des projets octroyant du crédit mais on a aujourd'hui tendance à orienter les agriculteurs vers les Banques Populaires quitte à y déposer un fonds de garantie. Le crédit bétail est aussi une forme de crédit privilégiée mais la plupart des paysans individuels n'ont pas la superficie nécessaire ou un logement convenable pour s'occuper d'une vache.

Un autre élément important à noter sur les systèmes d'exploitation agricole rwandais est, malgré les disparités pouvant exister entre types d'exploitations différents au sein d'une même région,

la dotation en facteurs fixes de production à savoir la terre, le travail familial et le capital bétail (car le capital machines-outils est très réduit). La parcelle cultivable est très petite, la main-d'œuvre est relativement abondante sauf peut-être à certaines périodes de pointe des activités culturelles ou de

Tableau 6 : Disponibilité de terre de travail et de bétail dans une exploitation paysanne rwandaise

		HAUTE ALTITUDE						ALTITUDE MOYENNE				BASSE ALTITUDE					
		LAV	CZN	BUB	Σ	IMP	BLK	PLC	DGR	PLE	Σ	IMB	MAY	BUG	SVE	Σ	RWA
1	Su p. tot_ (ares)	114	112	98	108	87	78	112	123	155	111	161	149	171	201	174	121
2	Sup. champs (a)	103	87	87	92	76	68	92	91	133	92	133	124	137	159	138	100
3	Sup. cult. (a)	80	53	51	61	57	51	56	56	78	60	99	82	92	95	92	63
4	Taille famille	5. 4	4. 8	4.6	4.6	4.7	5.0	5.1	5.1	5.3	5 0	4.5	5.3	4.8	4.7	4. 8	5.0
5	Actifs	2.5	2. 4	2.2	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5	2.3	2.6	2.3	2.2	2. 3	2.4
6	Gros bétail	1.9	2. 2	2.2	2.1	1.8	1.6	2.0	2.2	1.2	1.8	1.8	3.4	1.6	3.4	3. 2	2.3
7	Petit bétail	4.7	5. 0	3.7	4.5	4.1	3.6	3.8	4.4	4.1	4.0	4.7	4.3	4.2	5.0	4. 6	4.6

Nota :

- Σ : ensemble des régions agricoles de la catégorie de haute, moyenne ou basse altitude avec des moyennes arithmétiques (simples) pour ne donner qu'une indication générale.
- (1) Superficie totale (en ares);
- (2) Superficie en champs (en ares) : comprenant jachères (10.3 ares); boisement (6.4 ares); pâturages (10.0 ares); pâturages et boisements (3.0 ares); et autres usages (7.2 ares).
- (3) Superficie cultivée (en ares) : affectée aux cultures;
- (6) Gros bétail : bovins;
- (7) Petit bétail : petits ruminants, porcins, lapins et volailles.
- De 4 à 7, il s'agit des effectifs; pour 6 et 7, il s'agit des agri- éleveurs seulement.

Source : MINAGRI/SESA (1985, pp. 121-170); UNR et MINIFINECO (1989 b, p.16)

lutte anti-érosive tandis que le bétail est relativement limité surtout le gros bétail qui ne trouve plus, nous l'avons dit, assez de place. Nous présentons au tableau 6 les données de l'Enquête Nationale Agricole (MINAGRI/SESA, 1985) pour la terre et le travail et celles de l'UNR et le MINIFINECO (1989 b) pour le bétail.

Il ressort du tableau que globalement les moyennes sont proches les unes des autres pour la taille de la famille et le nombre d'actifs mais diffèrent avec l'altitude pour la superficie des terres possédées et cultivées et le nombre d'animaux qui sont plus élevés en basse qu'en haute altitude; la zone de plus basse altitude est moins peuplée et peut encore avoir plus d'espace pour le bétail quoique l'on observe un début d'élevage en stabulation dans d'autres zones.

2.2. Les systèmes de haute altitude

2.2.1. Bases d'identification des zones micro-écologiques

D'après DELEPIERRE (1982, p. 88), la zone de haute altitude présente les caractéristiques suivantes :

- altitude de plus de 1900 m atteignant localement plus de 2500 m dans les forêts de montagne et avec des points culminants dans la zone des volcans;
- pluies annuelles abondantes de 1250 mm à plus de 2000 m d'altitude;
- saison sèche peu marquée de deux mois maximum;
- zones escarpées avec des pentes très raides où les cultures s'accrochent à des pentes de plus de 100 %;
- dangers d'érosion évidents et mesures de conservation et d'amélioration indispensables sur des terres de culture.

Cette zone couvre les terres de la Crête Zaïre-Nil et les hauts plateaux du nord du pays (Hautes terres du Buberuka et Terres de lave). Quelques caractéristiques de cette zone sont reprises au tableau 7. Le tableau 8 présente, quant à lui, la répartition des trois régions entre préfectures et communes respectives. Le pourcentage présenté par commune est notre estimation personnelle de l'importance de la partie de cette commune qui se retrouve dans la région en question. Cette estimation est faite à partir d'une carte des régions agricoles et des communes se retrouvant dans la référence citée en bas du tableau 8.

Tableau 7. Caractéristiques des régions agricoles de la zone de haute altitude

Région agricole	Altitude (m)	Pluviosité (mm)	Sols	Valeur agricole	Spéculations principales	Densité 78 (hab. par km2)
Terres de lave	1600 2200 2500	1300 1500 1600	Volcaniques	Excellente	Bananier, Haricots, Maïs Patate douce, Sorgho , Pois Pomme de terre, Pyrèthre, Tabac	391
Crête Zaïre-Nil	1900 2100 2500	1300 1600 2000	Humifères acides	Moyenne (Nord) Pauvre Sud	Pois, Maïs, Pomme de terre, Eleusine, Sorgho, Blé, Thé Tournesol, Bois	236
Hautes Terres du Buberuka	1900 2000 2300	1100 1200 1300	Latérisés d'altitude	Bonne	Bananier, Haricots, Sorgho, Patate douce, Maïs, Pomme De terre, Pois, Blé, Orge	312

Source: DELEPIERRE (1974, P. 24; 1982 , P. 92)

Tableau 8. Répartition des régions agricoles de haute altitude entre préfectures et communes respectives

Préfecture/Commune	%	Préfecture/Commune	%	Préfecture/Commune	%	Préfecture/Commune	%
TERRE DE LAVE	-	Karambo	85	Gisovu	85	Mukarane	<u>100</u>
Gisenyi	-	Kivu	100	Gitesi	50	Muvumba	<u>15</u>
Kanama	5	Mubuga	70	Kivumu	50	Rutare	<u>20</u>
Karago	5	Mudasomwa	100	Mabanza	70	Tumba	<u>95</u>
Mutura	95	Muko	80	Mwendo	50	Gitarama	-
Rubavu	100	Musebeya	100	Rutsiro	95	Nyakabanda	<u>45</u>
Rwerere	100	Nshili	100	Rwamatamu	5	Kigali	-
Ruhengeri	-	Nyamagabe	95	Ruhengeri	-	Mbogo	<u>25</u>
Kidaho	60	Rwamiko	100	Mukingo	5	Rushashi	<u>5</u>
Kigombe	55	Gisenyi	-	Nkuri	50	Shyorongi	<u>15</u>
Kinigi	100	Gaseke	95	Nyakinama	15	Tare	<u>100</u>
Mukingi	95	Giciye	80	Nyamutera	45	Ruhengeri	-
Nkuli	50	Kanama	80	H. T. BUBERUKA	-	Butaro	<u>100</u>
Nkumba	60	Karago	95	Byumba	-	Cyabingo	<u>35</u>
Nyakinama	70	Kayove	20	Buyoga	35	Cyeru	<u>100</u>
CRETE ZAIRE-NIL	-	Kibilira	5	Bwisige	40	Gatonde	<u>5</u>
Cyangugu	-	Mutura	5	Cymba	100	Kidaho	<u>40</u>
Gatare	60	Nyamyumba	15	Cyungo	100	Kigombe	<u>45</u>
Kagano	30	Ramba	75	Giti	5	Ndusu	<u>25</u>
Karengera	60	Satinskyi	5	Kibali	100	Nkumba	<u>40</u>
Kirambo	60	Kibuye	-	Kinyami	70	Nyamugari	<u>100</u>
Gikongoro	-	Rwakira	15	Kivuye	100	Nyarutovu	<u>55</u>
Karama	25	Gishyita	10	Kiyombe	100	Ruhondo	<u>100</u>

Source : Adapté de MINAGRI (1989 b, p. 169)

2.2. 1.1. Terres de lave

Cette région des terres volcaniques du nord-ouest est caractérisée par les principaux éléments suivants (DELEPIERRE, 1982; MINAGRI, 1987; MINAGRI, 1989 b et AFRENA, 1988) :

- régime pluviométrique régulier;
- distinction entre les quatre saisons moins nette qu'en moyenne altitude;
- absence de rivières permanentes malgré l'abondance des pluies;
- faible profondeur du sol, labour sous forme de simple raclage et culture sur billons généralisée;
- dangers d'érosion réduits grâce à ce billonnage, à la grande perméabilité des sols et au relief souvent peu accidenté;
- andosols (ou andepts) riches en humus et en bases, peu acides à acides, de couleur noire, avec une fertilité généralement bonne et convenant aux cultures de climat tempéré.

Néanmoins, la distribution de ces éléments dans la région est loin d'être homogène et quelques éco-zones peuvent encore être identifiées sur base des aspects naturels ou d'utilisation du sol. DELEPIERRE (1982) distingue trois sous-régions

1° Sous-région du Nord-Bugoyi avec la zone basse de Ruhengeri et la vallée de la Mukungwa (Mutura, Rubavu, Rwerere, Mukingo, Nkuli, Nyakinama...) . bananeraies particulièrement denses et haricot volubile;

2° Sous-région de Kinigi, plus élevée et plus froide (Kinigi, partie Kigombe...) : pyrèthre, pomme de terre et sorgho de contre saison; et

3° Sous-région du Karisimbi, avec brumes et nuages (Kidaho, Nkumba...): maïs et pomme de terre.

Cette zonalisation pourrait être recoupée par celle proposée par WEBER (1985, p. 13) qui subdivise la large région des laves en 5 zones selon l'altitude et la pente

- (i) moins de 2200 à 2700 m;
- (ii) De 2200 à 2700 m - faible pente;
- (iii) De 2200 à 2700 m - forte pente;
- (iv) De 2700 à 3600 m; et ;
- (v) Plus de 3600 m ;

2.2.1.2. Hautes terres de la Crête Zaïre-Nil

Cette région s'étend de la forêt de montagne de Gishwati au nord à la forêt naturelle de Nyungwe au sud en passant par un étranglement appelé col de Rugabano; elle présente les traits suivants (DELEPIERRE, 1982; MINAGRI, 1987; MINAGRI, 1989 b et AFRENA, 1988)

- pluviosité de 1300 à 1500 mm par an au Bushiru (nord) et de 1400 à 1800 au Bufundu (sud);
- évolution allant de la forêt ombrophile à la maigre prairie à Eragrostis sur terres non cultivées en passant par la bande de fougères apparaissant après déforestation;
- pluies très intenses et versants à pente raide se traduisant par une érosion importante (grave);
- cultures parfois pratiquées sur des terrains en pentes extrêmement raides dépassant 100 % par endroits;
- sols formés de matériel granitique ou schisteux sur une morphologie mouvementée;
- acidité élevée;
- faible capacité d'échange cationique;
- teneur élevée en aluminium pouvant aller jusqu'à poser des problèmes de toxicité; et
- faibles températures, en particulier au niveau des minima, surtout en zone d'altitude la plus élevée, freinant le développement végétatif, limitant la gamme des espèces cultivables, et aux effets souvent exacerbés soit par le vent soit par la grêle.

La grande région de la Crête Zaïre-Nil est subdivisée en deux principales sous-régions

1° Sous-région du Nord (avec des communes de Gisenyi, Ruhengeri et Kibuye) . plus fertile et plus densément peuplée dominée par le pois, le maïs et la pomme de terre sur colline et en marais et produisant localement le théier avec succès;

2° Sous-région du Sud (avec des communes de Kibuye, Cyangugu et Gikongoro) zone à sols pauvres lessivés et acides, avec une population regroupée sur des sommets arrondis des collines; vallées étroites et peu cultivables.

Particulièrement dans cette région du Sud, une distinction peut encore être faite entre une zone plus élevée (à plus de 2000 m) et une zone moins élevée (de 1500 à 2000 m)

(i) la zone plus élevée couverte entre autres par les communes Mudasomwa, Nshili, Kivu, Muko et Musebeya se démarque par les éléments suivants :

- faible énergie solaire reçue et, partant, cycles végétatifs allongés;
- collines' à sommets plus ou moins arrondis et à versants très longs avec des pentes allant de 30 à 60 %; concavités avec des niches de décollement et des pentes de plus de 60 %;
- végétation à dominance de fougères là où la forêt de montagne a été abattue mais dominée par les graminées en cas de mise en culture intensive;
- sols très hétérogènes quant aux propriétés physiques et chimiques sur une roche-mère complexe (granite, gneiss, schiste et quartzite);
- bonne adaptation au blé, au petit pois, au haricot volubile et à la pomme de terre.

(ii) la zone moins élevée couverte entre autres par les communes Nyamagabe, Mubuga, Rwamiko, Karama et Karambo présente les traits suivants

- collines à versants longs et raides avec des pentes de 40 à 60 ° mais présentant parfois des faux sommets ou des pentes modérées;
- végétation des zones habitées; parfois graminées naturelles et/ou ugères et boisements;
- sols améliorés par l'influence de l'homme à côté des sols naturels, ce qui amène la distinction entre
 - les sols anthropisés où le problème de fertilité est moindre notamment près du "rugo";
 - les sols à faible influence anthropique où le problème de fertilité se règle facilement par des fertilisants; et
 - les sols relativement vierges très acides et très riches en 'aluminium échangeable où le problème de fertilité n'est pas facilement résolu par l'apport de fertilisants mais requiert également des amendements;
- bonne adaptation au sorgho, au maïs, au soja et au haricot volubile mais aussi localement à la patate douce et au bananier.

2.2.1.3. Hautes terres du Buberuka

Cette région couvre les hautes terres non volcaniques situées au centre nord du pays et touchant 12 communes de Byumba, 11 de Ruhengeri, 4 de Kigali et une de Gitarama; les éléments caractéristiques suivants y sont observés (DELEPIERRE, 1982, MINAGRI, 1987)

- sols latérisés d'altitude striés de crêtes quartzitiques; formations quartzeuses, schisteuses et alluvionnaires réparties comme suit
 - sur crêtes : sols minces dans les terrains bombés;
 - le long des flancs de collines et sur rupture de pente : latérisation pouvant conduire à des cuirasses; couches de squelettes ou de schistes latéritiques parfois intercalées de sols profonds et peu évolués;
 - sur pente : sols moyennement à peu profonds et généralement peu évolués; et
 - dans des cuvettes : sols profonds, riches en humus et lessivés.
- sols de meilleure qualité que ceux de la crête Zaïre-Nil particulièrement dans les vallées;
- pluviométrie annuelle moyenne de 1200 mm et saison sèche de 2 mois;
- exploitations installées sur des plateaux subhorizontaux ou sur les piémonts mais champs s'étalant également sur des pentes très raides soumises aux effets destructifs d'une érosion jugée potentiellement grave et réclamant une importante protection des sols;
- tolérance vis-à-vis des cultures traditionnelles des régions plus basses (bananier, haricot, sorgho et patate douce) mais avec des rendements diminuant à mesure que l'altitude augmente;
- cultures de base sur les hauteurs (maïs, pois et pomme de terre) et blé par endroits.

Il n'y a pas de zonalisation précise valable pour toute la région des hautes terres non volcaniques du Buberuka mais celle utilisée par le Projet FSRP/ISAR Rwerere (YAMOAH, 1985; 1987 b) montre que les critères sols, pluviométrie et altitude peuvent être retenus pour décrire les microécozones. Mise à part la partie de Nyarutovu qui revient au Plateau Central, l'altitude détermine deux zones sur le territoire du Projet : la zone la plus élevée avec 40 environ 2000 à 2400 m (Butaro et Cyeru) et la zone la moins élevée en-deça de 2000 m (Nyamugali et une partie de Nyarutovu).

A l'intérieur de ces grandes zones, on peut encore tracer des micro-écozones grâce à trois types de sols (quartzitiques, granitiques et quartzitiques/granitiques) et à deux classes de pluviométrie (plus de 1300 mm par an au sud et moins de 1300 mm au

nord). Des micro-climats sont toujours possibles à l'exemple d'une petite zone bordant le Lac Bulera en commune Cyeru qui est plus chaude et permet la culture du bananier.

2.2.2. Caractérisation agricole et socio-économique des systèmes de haute altitude

2.2.2.1.Introduction

Une description analytique des systèmes d'exploitation - dont la démarche vaudra aussi bien en haute qu'en moyenne et basse altitude - est faite dans les lignes qui suivent en examinant successivement : (1) les aspects agronomiques (importance des spéculations pratiquées, méthodes culturales, pratiques de fertilisation ou de conservation des sols, etc.); (2) les aspects agroforestiers (espèces les plus appropriées et leur utilité dans le système); et (3) les aspects socio-économiques (densité démographique et organisation spatiale, système foncier, objectifs de production, intégration au marché, opportunités alternatives d'emplois, crédit et commercialisation, couverture des besoins alimentaires, valorisation du travail...).

En particulier, la valorisation du travail permettra d'évaluer indirectement dans quelle mesure le système d'exploitation pratiqué est plus ou moins viable. Pour ce faire, nous ne pouvons pas disposer de toutes les données originales nécessaires et recourons parfois à des données normatives; les hypothèses de travail formulées tiendront compte de la visite de terrain, de certaines sources bibliographiques et de notre propre connaissance du milieu rural. En voici quelques unes

1° la situation des ménages et des exploitations ainsi que les techniques de production n'ont pas beaucoup changé depuis la mi-décennie '80 (années 84 à 87) pour laquelle nous disposons des sources de données de superficies, de rendements, de prix, de temps de travaux, de charges (coûts) de production, etc. que nous reprendrons en admettant un certain biais jugé assez mineur;

2° pour les temps de travaux :

- d'après SABATIER (1987), KRIEGL et PREISSLER (1987), ROOSE et al. (1989), WIEME (1982) et YAMOAHA (1987 a) cités plus haut, l'établissement du réseau de lutte anti-érosive exigerait 80 à 320 HJ/ha pour les fossés aveugles et haies vives et 400 à 800 HJ/ha pour les terrasses radicales. Compte tenu du tableau 5, nous assumerons que :

- (i) les terres de 0 à 10 ° (0-5 degrés) de pente porteront des haies vives seules;
- (ii) les pentes de 10 à 35 % (5-20 degrés) porteront à 50 % les fossés et haies et à 50 % les terrasses radicales; et que

- (iii) les pentes de plus de 35 % (plus de 20 degrés) porteront les fossés et haies, les terrasses radicales et les haies seules à raison d'un tiers pour chaque technique.

Pour (ii) et (iii) la répartition à raison de la 1/2 ou du 1/3 signifie que chaque technique a cette probabilité d'être appliquée, le choix de l'une ou l'autre devant dépendre des types de sols et des conditions de l'exploitation selon les contraintes déjà exposées. Pour (iii) en particulier, à de fortes pentes déjà à partir de 35 % et de 60 %, les deux techniques respectives des fossés et des terrasses radicales conviendront mal par risque de glissement et l'on devra se contenter des haies vives ou des boisements.

Pour des raisons de faible disponibilité de main-d'œuvre à certaines périodes de pointe ou suite à la concurrence des activités non agricoles ou hors exploitation, mais en gardant le souci de protéger les terres de l'exploitation à court terme, nous envisagerons une exécution progressive des travaux d'établissement du réseau sur 3 ans. Tous comptes faits, les normes de temps de travaux totaux, leur amortissement annuel d'un tiers ainsi que le travail d'entretien requis (plus petit avec les terrasses radicales) sont fixées au tableau 9.

Tableau 9. Normes de temps de travaux de lutte anti-érosive (Hi/ha)

Catégorie de pente (degrés)	Haies vives seules		Fossés et haies		Terrasses radicales		Total annuel		
	Exécution (3ans)	Entretien annuel	Exécution (3ans)	Entretien annuel	Exécution (3ans)	Entretien annuel	Exécution	Entretien	Total
0 - 5	80	20	-	-	-	-	27	20	47
5 - 20	-	-	120	30	400	20	87	25	112
> 20	80	20	240	60	600	30	153	37	190

Source : Données normatives adaptées des sources citées plus haut et de nos observations et interviews de terrain.

Nous appliquerons les normes du tableau 9 à la superficie cultivée dont la répartition selon la catégorie de pente est fournie par le MINAGRI/SESA (1985, pp. 166 et 179).

Le fait de ne considérer que la superficie cultivée ne nous fait pas ignorer que la protection des superficies non cultivées prévient également les pertes de terres importantes au niveau des champs cultivés situés en aval, mais le pâturage, le boisement et la jachère sont eux-mêmes une sorte de protection.

- Concernant les cultures vivrières, sur base des données primaires ou secondaires disponibles dans les études de l'UNR et le MINIFINECO (1989 b, pp. 13 et 15), de Von BRAUN. De HAEN et BLANKEN (1988, p. 90) et de SABATIER (1987, p. 87), nous assumons que la démographie galopante et la pression subséquente sur les terres (conduisant ainsi à une certaine intensification du travail) ainsi que les reliefs accidentés donnent aux zones de haute altitude des temps de travaux moyens de 200 à

350 HJ par ha de cultures vivrières. Nous fixons ainsi 275 HJ/ha comme norme pour la zone de haute altitude même pour les Terres de lave dont le caractère peu accidenté du relief (qui devrait réduire ce chiffre) est compensé par la forte proportion dans le système d'une culture exigeante, la pomme de terre, et la faible proportion d'une culture peu exigeante, le bananier. Quant aux régions de moyenne altitude (sans le Plateau de l'Est) et à la zone constituée par le Plateau de l'Est et les régions de basse altitude, de superficie plus grande et comprenant plus de bananier qu'en haute altitude, les normes retenues sont respectivement de 200 et de 175 HJ par ha.

- S'agissant des cultures industrielles ou d'exportation, nous admettrons pour toutes les régions une même norme qui est une adaptation des statistiques du Mémento de l'Agronome (1980) considérant, en plus de l'entretien, l'amortissement annuel du coût d'établissement sur toute la durée potentielle d'exploitation économique de la plantation. Nous avons ainsi (en HJ de 8 h par ha)

(i)	Caféier	:	240;
(ii)	Théier	:	600;
(iii)	Pyrèthre	:	400;
(iv)	Canne à sucre	:	65; et
(v)	Quinquina	:	400.

Notons que la norme du caféier est confirmée par PREISLER et BENNET (1987, p. 62).

3° Nous supposons que sans utilisation d'intrants intermédiaires tels que les engrais, les produits phytosanitaires et les bonnes semences, la lutte anti-érosive par les fossés aveugles ou les terrasses et le recours à de faibles quantités d'amendements organiques ou calcaires, n'auront pour effet que de maintenir à leur niveau les rendements actuels. Un progrès technique tangible se traduisant par des augmentations sensibles de rendements ne pourra être réalisé que si on recourt intensivement à ces intrants (dont il ne faut pourtant pas ignorer les contraintes financières). C'est ainsi que nous calculons la productivité dans les seules conditions actuelles.

4° Pour le coût d'opportunité de la terre, nous adopterons la norme de l'étude UNR et MINIFINECO (1989 a, pp. 77 et 146), qui est de 15 000 F par an comme loyer de la terre, pour la majorité des régions (haute et moyenne altitude sans le Plateau de l'Est); compte tenu de la différence de rareté relative de la terre qui est dans un rapport de 2 à 3 (Cfr tableau 6 supra), nous porterons cette norme à 10 000 F par an pour le Plateau de l'Est et les régions de basse altitude.

5° Le coût annuel de matériel et outillage sera fixé à 500 F.

6° Le coût annuel des semences de cultures vivrières dans les systèmes rwandais n'incluant pas beaucoup de pomme de terre est estimée à environ 1500 F/ha.

La valorisation du travail dont il est question est l'estimation de la productivité brute ou nette du facteur travail pour l'agro-système „cultures". Le produit brut de la production des cultures (PB) sera diminuée du coût des facteurs autres que le travail (C), coût constitué de la valeur des intrants intermédiaires (norme unique correspondant notamment à la valeur des semences pour l'ensemble des cultures vivrières autres que la pomme de terre qui a des semences plus chères et utilise des produits phytosanitaires pour les régions de haute altitude) et de l'amortissement du capital terre ou matériel et outillage agricole, pour avoir le revenu du travail (RT).

Le résultats sont présentés dans un tableau. Nous considérons seulement la superficie cultivée du MINAGRI/SESA (1985) présentée au tableau 6 qui ne comprend donc pas pâturages, jachères, boisements ou autres usages. De cette superficie cultivée, nous déduisons la superficie de chaque culture industrielle ou d'exportation, de l'ananas, des arbres fruitiers et d'autres pour garder les cultures vivrières sans l'éleusine (jugé marginal). La superficie vivrière totale est répartie entre les cultures en utilisant la proportion de l'UNR et le MINIFINECO (1989 b, p. 12). Les rendements et les prix sont adaptés de diverses sources entre autres NEZEHOSÉ (1990), MINAGRI/SESA (1985), MINAGRI/GTZ (1987), MUKEZANGANGO (1986) et UNR et MINIFINECO (1989 b). Le coût d'opportunité du travail est également issu de cette dernière source; il varie de 56 à 156 F/HJ selon les opportunités d'emplois non agricoles et la disposition des actifs du ménage à exécuter tel ou tel travail dans chaque région agricole. Notons que la valeur des semences des cultures industrielles est supposée négligeable par an de même que l'amortissement du capital "plantation" dont l'investissement est surtout constitué par le travail (qui est déjà considéré).

La productivité moyenne d'une journée de travail est donc égale au revenu du travail divisé par le nombre de journées de travail en termes absolus (F/HJ) ou par le coût d'opportunité du travail en termes relatifs (F/F en %).

Les tableaux présentent la superficie et les rendements par saison (deux saisons par an) même pour les cultures ayant une seule récolte par an ou une récolte échelonnée qui voient ainsi leur rendement annuel divisé par deux pour harmoniser la présentation. Quand nous avons les rendements et les prix par préfecture nous cherchions la moyenne pondérée par région agricole en tenant compte de la part de chaque région dans la préfecture en termes de superficie cultivée. Au total de la superficie des cultures vivrières et industrielles considérées, il convient d'ajouter la superficie des autres cultures (éleusine, tabac, ananas, arbres fruitiers et autres) pour retrouver la superficie totale cultivée présentée au tableau 6.

2.2.2.2. Terres de lave

A. Système de production et pratiques générales pour la fertilité des sols

- Le système agricole dominant est la polycultureélevage avec culture permanente pluviale. L'importance des cultures vivrières en % de la superficie vivrière totale (UNR et MINIFINECO, 1989 b, p. 11) est la suivante : pomme de terre (27.8), haricot (27.8), maïs (19.1), banane (9.1), petit pois (7.0), sorgho (6.8), patate douce (1.3) et blé (0.8). La pomme de terre et le maïs constituent la base de l'alimentation.

- Les cultures industrielles occupent 5.0 ares pour le pyrèthre, 0.6 pour la canne à sucre, 0.5 pour le café et 0.3 pour le tabac (adapté du MINAGRI/SESA, 1985). Le théier est approprié à la région, mais est peu pratiqué.

- L'élevage pratiqué est extensif avec une stabulation semi-permanente. On rencontre les bovins, les caprins et les ovins mais aussi, de façon moins importante, les porcins. La conduite du bétail se fait au piquet ou en libre parcours sous gardiennage. Les sources de fourrages sont les pâturages résiduels, les jachères après petit pois, les bords de routes, les résidus de ménage et de récolte des graminées fourragères des dispositifs anti-érosifs (AFRENA, 1988, pp. 69 et 70).

- S'agissant des cultures vivrières et des pratiques culturales,

- La culture pure (de bananier, haricot, pomme de terre, maïs, pois, sorgho, patate douce et autres dont le café) occupe presque la même superficie que les associations (à base notamment de haricot, maïs, pomme de terre et sorgho). Le maïs est surtout associé aux tubercules comme la pomme de terre et aux légumineuses comme le haricot (MINAGRI/SESA, 1985, pp. 158 et 171). La culture de pomme de terre et de maïs s'étale pratiquement sur toute l'année.

- Le froment ne reçoit pas une fertilisation appropriée. La bananeraie subit un piochage, superficiel continu pour empêcher le développement des herbes infestantes; le mulching y est plutôt rare (MINAGRI, 1987).

- L'amendement du sol par l'apport de fumier est insignifiant et n'est pas perçu comme nécessaire par les paysans à cause de la bonne fertilité des sols (AFRENA, 1988, p. 69). Mais, WEBER (1985, p. 28) affirme que la réduction de la teneur organique des couches superficielles du sol, plus que la teneur en éléments minéraux qui, elle, est effectivement satisfaisante, est sans doute le problème majeur des terres de lave.

- Les engrais minéraux ne sont pas d'usage courant, ni les produits phytosanitaires à l'exception de la pomme de terre qui est traitée contre le mildiou. Cette même culture a le privilège de bénéficier de bonnes semences.

B. Degré d'érosion et technique de lutte anti-érosive

La lutte contre l'érosion, supposée relativement moins forte qu'ailleurs, est basée sur des haies vives de graminées, par exemple Setaria, sur bandes isohypses; la culture sur billons est également caractéristique à ce système à cause des sols minces (AFRENA, 1988, pp. 51 et 69). Seulement, le billonnage qui est une bonne technique en soi peut avoir des effets néfastes quand les billons sont disposés parallèlement à la pente dans les zones de contact entre les versants des collines et les marais comme c'est couramment le cas (NYAMULINDA, 1989, p. 8). On peut également avoir la culture en mottes pour le petit pois. Notons également les cordons isohypses en pierres de lave (NYAMULINDA, 1989, p. 5).

Il convient de remarquer que contrairement à l'idée que les terres de lave ont un degré d'exposition à l'érosion très faible, grâce à la perméabilité et à la structure des sols volcaniques, les pertes de terres rapportées par le MINAGRI/SESA cité par NGENZI (1989) sont importantes (13.6 tonnes par ha et par an) et placent la région au-dessus de la moyenne du pays (10.1 t/ha/an) et la classent deuxième après la Crête Zaïre-Nil (avec 21.7 t/ha/an); de plus, cette valeur est proche du niveau de tolérance de 15.5 t/ha/an mesuré pour l'Afrique. L'on peut penser que ces pertes sont favorisées par la faible couverture du sol (valeur c de la formule de Wischmeier plutôt élevée pour les cultures qu'on y rencontre comme 0.22 pour la pomme de terre, 0.35 pour le maïs et 0.40 pour le sorgho contre les faibles valeurs des cultures plus importantes ailleurs comme le café (0.02) et le bananier (0.04)). La pluviosité est un autre facteur favorisant l'érosion dans cette région.

C. Foresterie et aaroforesterie

Parmi les contraintes majeures de l'exploitation paysanne de la zone des laves, il faut citer l'insuffisance, entre autres, du bois de feu, du bois de service (construction, tuteurs, etc.), du bois d'œuvre et du fourrage. Pour cela, il faut encourager la pratique des espèces forestières ou agroforestières.

Dans la région, les ligneux ne sont pas bien intégrés dans les cultures; les champs sont largement dégagées d'arbres. Cependant, quelques espèces sont retrouvées telles Polycias fulva, qui est la plus caractéristique, le bambou,

Erythrina sp. et Euphorbia sp., pour la délimitation des parcelles ou le clôturage. Eucalyptus se retrouve dans des boisements en plantations monospécifiques. D'autres espèces sont également connues : Cunrressus sp., Pinus sp., Acacia mearnsii, Ficus sp., Mitragyna rubrostipulosa, Markhamia sp., Grevillea sp., Ricinus officinalis, etc. (AFRENA, 1988, pp. 53 et 70).

S'agissant de l'agroforesterie, les sources à notre portée ne fournissent pas de données sur la zone des laves. Le projet RRAM que nous avons visité et qui a étudié la préfecture de Ruhengeri n'a malheureusement installé ses sites d'essai que dans trois communes se trouvant en dehors de cette zone qui nous occupe : Nyarutovu, sur le Plateau central, Ruhondo dans les Hautes terres du Buberuka

et Nyakinama sur la Crête Zaïre-Nil. Comme ces communes sont frontalières de la région des laves, il y aurait lieu d'examiner dans quelle mesure certaines espèces identifiées comme adaptées aux hautes altitudes de Ruhengeri conviendraient à la présente région. Les espèces comme Alnus acuminata, Grevillea robusta, déjà célèbre, et Calliandra calothyrsus ont de bonnes performances. C. calothyrsus et Leucaena leucocephala sont confirmées pour leur production de biomasse foliaire. Sesbania sesban donne une production de biomasse et de tuteurs meilleure, mais 12 mois après la plantation, meurt suite aux coupes répétées (NDUWAYEZU, 1990, pp. 1 et 14-15). Les mêmes arbustes (Sesbania, Leucaena et Calliandra), comme Markhamia, ont été confirmés comme grandissant bien dans les régions de haute altitude d'après l'expérience du projet FSRP/ISAR Rwerere (YAMOAHA, GROSZ et NIZEYIMANA, 1987). De plus, NYAMULINDA (1989, pp. 6 et 7) affirme que Sesbania sp. et Polycias fulva poussent bien dans toutes les régions agro-écologiques de Ruhengeri et que leur effet sur l'amélioration de la fertilité des champs est reconnu par les agriculteurs par apport de la matière organique des feuilles; il présente également une liste des essences agroforestières autochtones et leur utilisation à des fins de conservation des sols pour Ruhengeri.

L'agroforesterie est donc une voie à explorer davantage, car elle peut rendre de nombreux services dans le système des hautes terres volcaniques (AFRENA, 1988, pp. 82-87) ;

- lutte contre l'érosion sur la parcelle vivrière de colline;
- réduction du vent sur la parcelle à théier même si le théier est peu pratiqué actuellement;
- bois de feu et bois d'œuvre;
- bois de service (perches de support de régimes de banane, tuteurs de haricot...);
- fruits tempérés donnés par des arbres fruitiers agroforestiers;
- apiculture;
- haies en limites de parcelles pour le bois de feu et les tuteurs;
- bandes mixtes de ligneux et de graminées en courbes de niveau pour la lutte contre l'érosion et les tuteurs; et
- boisements pour le fourrage (herbacé).

D. Contexte socio-économique

1° Intégration du système au marché relativement bonne notamment grâce à la vente de la pomme de terre et/ou à l'achat des pesticides contre le mildiou. La proximité des centres urbains de Gisenyi et de Ruhengeri ainsi que la route Gisenyi-Kigali sont des atouts favorables à la commercialisation de la pomme de terre.

2° Population et organisation spatiale

La densité est d'environ 400 hab./km² (de 330 à Kinigi à 477 à Kidaho) mais plus élevée en communes urbaines (642 à Kigombe et 977 à Rubavu) (MINAGRI, 1989 b, pp. 3-5). Elle est de plus de 520 une fois rapportée au km² agricole. Le taux de croissance, moyen est identique à celui du pays (3.7 %) mais plus élevé dans certaines communes (Mutura, Mukingo, Kinigi et Kidaho) en raison d'un flux migratoire positif. L'habitat est relativement moins dispersé qu'en moyenne altitude mais le système d'héritage continue à causer le morcellement des tenures foncières. Le coût d'opportunité de la terre y est élevé et la pomme de terre concurrence le pyrèthre et le théier car elle valoriserait mieux la terre. (AFRENA/ISAR, 1988, p. 68; MINAGRI/GTZ, 1987, pp. 88 et 93).

3° Couverture des besoins alimentaires

Le MINAGRI (1989 b, pp. 14-16) rapporte une couverture calorique relativement bonne de 80 à 100 % environ (de 79 pour Mutura à 99 pour Nkumba) et une bonne couverture protéique de 80 à 115 % environ à partir de productions vivrières.

4° Valorisation d'une journée de travail

Le tableau 10 présente une estimation de la productivité du travail dans la région. Cette productivité est relativement faible : 62 % en termes bruts et 39% en termes nets. Le sous-système vivrier y exige beaucoup de temps de travaux à cause de la prédominance des cultures exigeantes comme la pomme de terre et le haricot et d'une moindre importance du bananier mais aussi du coût d'opportunité de la terre. La pomme de terre y est la culture de rente par excellence mais son prix est relativement bas par rapport aux autres régions. Le coût d'opportunité du travail est également élevé (105 F/HJ).

A la limite, il peut se poser un problème de disponibilité de la main-d'œuvre car on utilise déjà environ 500 HJ pour les cultures sur les 750 disponibles (2.5 actifs de 300 HJ/an) alors qu'il faut encore :

- environ 31.2 HJ de LAE sur les champs restants : 2.9 sur les 2.7 ares d'autres champs cultivés et 28.3 sur les 23.0 ares des champs non cultivés (28.6 % de 0 à 5 degrés, 33.3 % de 5 à 20 degrés et 38.1 % de plus de 20 degrés de pente);
- environ 40 HJ pour l'élevage (moyenne d'une exploitation ayant du bétail ou non selon l'étude de l'UNR et le MINIFINECO, 1989, p. 15); et
- environ 83 HJ pour les emplois en dehors de l'exploitation (pondération basée sur les chiffres du MINAGRI/GTZ, 1987, pp. 105 et 110 et sur l'importance de la région dans les deux préfectures de Gisenyi et Ruhengeri), soit un total de 154 HJ, ce qui ne laisse que 100 HJ environ disponibles pour d'autres activités (boisements, transformation, stockage et commercialisation, etc.) alors qu'on devrait même prévoir une marge de sécurité pour les périodes de pointe de travail ou pour l'exécution des travaux de conservation des sols (au cas où l'on voudrait les terminer en une période plus courte que celle hypothétique de trois ans que nous nous sommes fixée) sans devoir recourir à l'embauche de main-d'œuvre occasionnelle qui peut se heurter aux contraintes financières.

Tableau 10. Productivité du travail dans un gro-système " culture" traditionnel des Terres de lave (base 1986)

Culture ou Activité LAE	Super- ficie par saison		Rende- ment par saison (t/ha)	Prix au producteur (Fkg)	Produit brut an- nuel : PB (F)	Temps de Travaux (HJ)
	%	ares				
Banane	9.1	6.5	4.9	10.3	6.561	
Patate douce	1.3	0.9	4.4	7.6	602	
Colocase	0.3	0.2	4.5	9.9	178	
Petit pois	7.0	5.0	0.4	28.6	1.144	
Haricot	27.8	19.8	0.6	23.3	5.536	
Sorgho	6.8	4.8	0.7	21.7	1.458	
Maïs	19.1	13.6	0.9	14.6	3.574	
Blé	0.8	0.6	0.6	27.3	197	
Pomme de terre	27.8	19.8	7.2	8.0	22.810	
Cult. vivr. (cv)	100.0	71.2	-	-	42.060	391.6
Pyrèthre	82.0	5.0	0.6	17.0	1.020	20.0
Canne à sucre	9.8	0.6	2.0	16.0	384	0.4
Café	8.2	0.5	0.1	125.0	125	1.2
Cult. industr. (CI)	100.0	6.1	-	-	1.529	21.6
LAE 0-5 degrés	27.8	21.5	-	-	-	10.1
LAE 5-20 degrés	55.2	42.7	-	-	-	47.8
LAE .20 degrés	17.0	13.1	-	-	-	24.9
TOTAL LAE	100.0	77.3	-	-	-	82.8
TOTAL CV=CI (1) LAE	100.0	77.3	-	-	+ 43.589	496.0
Coût intrants intermédiaire :					- 9.900	
• Pomme de terre : 0.198 ha x 2 saisons x 25.000 F						
• Autre cultures vivrières (forfait)					- 1.500	
Sous-total (1)					- 11.400	
REVENU BRUT [RB = BP - (1)]					+ 32.189	
Coût d'amortissement du capital :						
• Terre : 0.773 ha x 15.000 F/an					- 11.595	
• Matériel et outillage (forfait)					- 500	
Sous-total (2)					- 12.095	
COUT TOTAL [C = (1) + (2)]					- 23.495	
REVENU DU TRAVAIL (RT = BP - C ou RB - (2))					+ 20.094	
COUT DU TRAVAIL (CT : 496.0 HJ ou en valeur : 496.0 x 105 F)						52.080
PRODUCTIVITE DU TRAVAIL :						
• BRUTE (RB/CT) : Absolue : 65 F/HJ ; Relative : 0.62 F/F (62 %)						
• NETTE (RT/CT : Absolue : 41 F/HJ ; Relative : 0.39 F/F (39 %)						

Nota : (i) Ajouter 2.7 ares d'autres cultures non considérées (dont 0.3 are de tabac) pour retrouver la superficie cultivée de 80.0 ares présentée au tableau 6.

S o u r c e : Notre adaptation des données de diverses sources citées plus haut (2.2.2.1)

2.2.2.3. Crête Zaïre-Nil

En plus de la documentation, la description qui est faite de cette région est basée sur le visite des Projets RRAM et IPV au nord et PDAG et CZN (avec l'ISAR/Gakuta) au sud.

A. Système de 'production et pratiques générales pour la fertilité des sols

- Le système agricole dominant est également la polyculture-élevage avec culture permanente pluviale. Les cultures vivrières sont la patate douce (27.2 % de la superficie vivrière totale), le bananier (18.6), le haricot (15.2), le manioc (14.2), le sorgho (7.0), le maïs (5.9), le petit pois (5.6), le blé (2.2), la colocase (1.8), la pomme de terre (1.2) et le soja (1.1). La pomme de terre et le blé sont plus importants dans la zone la plus élevée et le bananier et la patate douce le sont dans la zone la moins élevée.

- Les cultures industrielles occupent 1.9 ares pour le théier, 1.0 are pour le caféier, 0.1 are pour la canne à sucre et 0.1 are pour le tabac.

- L'élevage de caprins, bovins, ovins et porcins (mais aussi de volailles et lapins) y est extensif sur le peu de pâturages et de jachères résiduels des terres marginales de colline et de bas-fonds et le long des routes. Les animaux reçoivent également des résidus de récolte et des fourrages des haies vives anti-érosives. D'importants pâturages naturels ou partiellement améliorés existent dans la zone des Projets CZN (Muko-Musebeya-Gisovu) et GBK (Gishwati).

- Concernant les pratiques générales de la culture vivrière,

- La culture pure (de bananier, haricot, pois, maïs, patate douce, pomme de terre, manioc et autres dont le café) est plus importante que la culture associée (à base notamment de bananier, haricot, maïs, pois, sorgho, patate douce et manioc). Les graminées (maïs, sorgho, froment et éleusine) sont souvent associées au bananier, à la patate douce, au haricot et à la pomme de terre. Dans la zone du Projet IPV l'on pratique l'association traditionnelle de patate douce - maïs - sorgho et haricot (volubile ou nain).

- Toujours dans cette zone, la culture principale est la pomme de terre mais le maïs est aussi une culture de base. Il y a une seule saison par an de 8 à 10 mois maïs, parfois, l'on peut faire quatre mois de pomme de terre et quatre mois de blé surtout pour la multiplication des semences sélectionnées à diffuser en milieu rural.

- Dans la partie sud de la région, zones des Projets PDAG et CZN, les cultures vivrières pratiquées suivent l'altitude

- (i) en zone plus élevée : pomme de terre, blé, petit pois et haricot volubile sont les plus importants; le blé est pratiqué surtout en saison B.

- (ii) en zone moins élevée : soja, maïs, haricot nain (en voie de remplacement par le soja ou le haricot volubile) et pomme de terre sont les plus pratiqués. Le soja connaît une certaine expansion, car il n'est pas très susceptible aux maladies et l'on commence à comprendre sa richesse *nutritionnelle* (protéines et lipides). On rencontre également le sorgho, le bananier et la patate douce.

Dans l'ensemble, l'on peut distinguer trois types de gestion des exploitations

- (i) gestion intensive avec association de cultures;
- (ii) gestion extensive avec jachères et pâturages; et
- (iii) exploitation des marais.

En agriculture traditionnelle, le premier type est plus rencontré et l'assolement et la rotation ne sont pas toujours clairement identifiables quoiqu'ils s'articulent autour du schéma suivant qu'on s'efforce de promouvoir au niveau recherche-développement : pomme de terre (en ouverture) - céréales - légumineuses - céréales, commençant plus souvent en saison A mais aussi pouvant commencer par la saison B.

- En matière de fertilisation des sols, nous avons déjà distingué les deux types de terres (anthropisées ou non selon qu'elles sont proches ou éloignées du "rugo") qui n'ont pas les mêmes besoins ni ne reçoivent les mêmes quantités de fumier, de chaux ou d'engrais minéraux. Cette distinction est particulièrement vraie pour la partie méridionale de la région. Les terres anthropisées peuvent encore produire avec des techniques séculaires et l'effet des engrais y est relativement positif sans chaulage préalable. Les sols éloignés du "rugo" sont par contre plus dégradés, sous Eragrostis, acides avec pH de 3.5 à 4 et dont l'exploitation nécessite une application de chaux.

Dans la zone du Projet IPV, la fertilisation organique est basée sur le fumier de ferme mais la disponibilité de litière est faible. Les exploitations paysannes élèvent chacune une vache et son veau. Pour les petits ruminants, il y a surtout les ovins qui sont élevés sans problèmes, mais peu de caprins. L'on a parfois une parcelle fourragère ou un peu de fourrages sur les haies vives ou sur le talus des terrasses. En plus du fumier de ferme, on pratique le compostage mais cette technique souffre du manque de matières premières. Le paillage est également limité et se fait seulement pour le café avec les fânes de sorgho ou les feuilles de bananier. Les différentes sources permettent d'avoir

au plus 12 t par ha (20 kg sur de petits champs de 16 m²) de fumier/compost alors que l'on devrait atteindre au moins 20 t à l'ha.

Par ailleurs les parcelles semblent être d'assez bonne taille (1.0-1.5 ha) et permettent ainsi une certaine jachère. S'agissant de la fertilisation minérale les engrais sont encore mal connus; le Projet IPV a commencé les essais et la vulgarisation des engrais cités

plus haut : NPK triple 17 notamment sur les tubercules, DAP sur le haricot, urée sur le blé, etc. Pour les amendements calcaires, on applique au moins 2.5 t/ha de chaux; la dose de 0.5 t/ha n'a pas donné d'effet.

Dans la zone du Projet PDAG le plafond actuel de production de fumure organique est estimé à 10 t/ha alors qu'il en faudrait 30 et plus sans utilisation de fumure minérale ni chaux. L'utilisation des engrais verts ne semble pas rentable; d'après les essais, seules 2 à 3 espèces accusent un taux de réussite acceptable mais non strictement rentable. Le service Recherche-Développement du Projet PDAG a proposé des doses provisoires de fertilisation minérale et d'amendements calcaires sur la rotation

- (i) Ouverture : 2.5 t/ha de chaux éteinte et 250-300 kg/ha de NPK triple 17 sur la pomme de terre;
- (ii) Céréales : 250 kg/ha de NPK triple 17 et 100 kg d'urée à la montaison;
- (iii) Légumineuses : 100 kg/ha de DAP, en vrac au semis et en ligne à la levée;
- (iv) Céréales : idem que (ii)

Des résultats d'essais sont disponibles dans le rapport de GASCON (1989).

Dans la zone du Projet Crête Zaïre-Nil et de l'ISAR/Gakuta, les mesures autochtones de conservation et d'amélioration des sols sont la fumure organique et la Jachère. Le système de culture extensive fait alterner une phase de culture, basée en général sur des associations telles que petit pois/maïs, avec une phase de jachère plus ou moins longue. L'on a également une combinaison des cultures extensives et de cultures intensives juxtaposées sur la même exploitation. La culture intensive repose sur l'apport d'intrants (fumure) indispensables à l'amélioration de la fertilité et de la productivité et se limite à une petite partie (moins de 25 ares en général) de l'exploitation.

La fertilisation repose essentiellement sur 3 types de facteurs : le fumier, la chaux et les engrais minéraux. Si l'on excepte le fumier qui, à lui seul, a un impact positif, les deux autres doivent être combinés différemment selon les types de sols et de cultures, la meilleure combinaison étant le plus souvent l'association des trois facteurs (VIRICELLE, 1989, pp. 10 et 11).

A ce sujet KAYONGA et RUTUNGA (1989, pp. 108-114) rapportent les résultats d'essais effectués de 83 à 88 sur les cultures-test les plus adaptées en altitude à savoir la pomme de terre, le blé, le triticale, le maïs, le petit pois, l'éleusine et le haricot

volubile. Les résultats semblent confirmer que la combinaison triple a la plus grande probabilité d'être bénéfique; avec elle, on peut avoir l'effet ou l'arrière - effet de la dose

de chaque amendement ainsi que l'effet de la dose du phosphore ou de l'azote sur certaines cultures. Les doses d'essais utilisées variaient de 10 à 50 t/ha de matière organique, de 1 à 8 t/ha de travertin et de 200 à 600 kg/ha de NPK triple 17; les meilleurs résultats ont été obtenus avec 17 ou 35 t de fumier ou compost, 50 ou 100 unités de N, P ou K et 4 t de travertin mais leur fiabilité statistique n'était pas confirmée.

GOUD (1989, pp. 140-148) rapporte également des résultats d'essais et d'observation des exploitations paysannes. Il souligne l'importance d'un certain nombre de contraintes limitant le développement des exploitations dont la pauvreté des sols et la quantité limitée de fumure organique qui conduit à la seule intensification des cultures vivrières en zone anthropisée sur une petite superficie et à la gestion - extensive des surfaces non amendées. De plus, certaines expérimentations en milieu paysan ont déjà donné des résultats probants (utilisation des engrais minéraux et chaulage sur les cultures de rente, introduction d'un matériel végétal et animal plus performant...) tandis que d'autres sont à approfondir (gestion des jachères et rotations, amélioration du petit élevage...) ou sont recommandées (optimisation de l'utilisation des engrais minéraux et de la chaux, gestion de l'affouragement des animaux...).

A la visite d'une exploitation paysanne suivie par le Projet près de Gakuta en commune Gisovu, nous avons pu nous rendre compte que le paysan disposant d'une parcelle ayant entre 1.5 et 2 ha, pratique l'élevage d'une vache et de quelques moutons et chèvres qui lui fournit du fumier, la jachère pour la restauration de la fertilité, ainsi que le chaulage et la fertilisation minérale sur 3 parcelles expérimentales avec la pomme de terre et le haricot volubile. Cette exploitation pratique en outre du théier qui procure un revenu, possède un petit boisement pour le bois de chauffe et a tracé 3 terrasses radicales plus loin en bas du "rugo". Cela nous a permis de constater que des exploitations dynamiques semblables peuvent franchir le seuil d'autoconsommation et peuvent améliorer la productive de leurs terres en utilisant des fertilisants modernes combinés au fumier/compost traditionnel.

B. Degré d'érosion et techniques de lutte anti-érosive

Le Projet RRAM a procédé à un inventaire des ressources de l'environnement en préfecture de Ruhengeri et a trouvé que la conservation des sols était une priorité. C'est ainsi que l'on a installé des parcelles d'érosion dans trois communes dont une, Nyakinama, touche la région de la Crête Zaïre-Nil. Les parcelles d'érosion datent de 1987 et un rapport préliminaire que nous n'avons pas eu à portée de la main existe sur la période de décembre 87 à mai 1988. WEBER (1985, pp. 24-26) pense que de toutes les régions de la préfecture, la plus sérieusement touchée par l'érosion est, tous comptes faits, la Crête Zaïre-Nil probablement pour les raisons suivantes

- plus de pluies spécialement sur les pentes exposées vers l'ouest;
- longueur de la pente plus importante;
- aspects géomorphologiques et types de sols...

Les pertes de terres rapportées par le MINAGRI/SESA cité par NGENZI (1989) sont les plus élevées (21.7 t/ha/an) de toutes les régions agricoles. Les pentes y sont également fortes : 55.7 % de plus de 20 degrés, 36.9 % de 5 à 20 degrés et seulement 7.4 % de moins de 5 degrés.

WASSMER cité par WEBER (1987, p. 15) a mesuré une perte de terres de 220 tonnes/ha, ce qui montre à quel point les pertes peuvent être massives même s'il s'agit ici d'une exception plutôt que d'une moyenne.

Les techniques pratiquées sont les fossés aveugles et haies vives comme partout au Rwanda mais aussi les techniques autochtones déjà citées comme les terrassettes "inyanamo" ou les billons.

On estime que les méthodes de lutte anti-érosive sont appliquées à environ 70 % et les terrasses radicales ne sont pas encore utilisées dans la partie de Ruhengeri.

Au Projet IPV, le système actuel de LAE (creusement des fossés, plantation des herbes sur talus...) n'ayant pas été jugé assez efficace à court terme pour la rétention de l'érosion, une nouvelle méthode à savoir le terrassement radical a été introduite en 1984 dans les champs de multiplication et en 1986 chez le paysan. Pour les deux années 1986 et 1987, les exploitations touchées en communes de Karago et Giciye étaient déjà au nombre de 964. Nous avons déjà parlé des inconvénients de la terrasse radicale et dans cette zone, il n'est pas effectivement rare d'assister aux éboulements de terrain : les pentes sont très fortes et l'on cultive jusqu'à plus de 100 ° alors que les pentes inférieures à 80 ° sont jugées les plus favorables. Même avec une couverture vivante, au mois d'avril par exemple, les éboulements se produisent et le reboisement lui-même est considéré comme insuffisant à les prévenir.

L'on peut penser que le regroupement des habitations sur les sommets, qui est une bonne chose par ailleurs au niveau aménagement de l'espace, n'est pas de nature à prévenir les éboulements car la dispersion sur le terroir permettrait une certaine rupture de pente et une meilleure incitation à exécuter certains travaux près du "rugo".

S'agissant des opérations de terrassement radical, il y a :

- le piquetage;
- la séparation du sous-sol et de la couche arable;
- le terrassement et le labour du sous-sol;
- la couverture avec la terre fertile;
- l'inclinaison du talus;
- la plantation des herbes fourragères sur tout le talus avec 15 à 20 cm d'équidistance d'en bas jusqu'en haut en quinconce;
- l'application d'environ 20 à 30 t/ha de fumier;
- l'application de 500 kg/ha de phosphate de roche à 30-32 % de P₂O₅; et
- l'intégration d'arbres sur talus et non sur la terrasse (IPV, Rapport annuel 1987, 1988, p. 22).

Les travaux sont réalisés de septembre à fin juin, car dans les périodes sèches, il est naturellement difficile de percer.

Malgré le soin pris lors de la séparation de la couche arable et du sous-sol, la première culture est généralement un échec surtout que les quantités de fumier appliquées pour corriger le problème de fertilité ne sont pas suffisantes chez le paysan; d'où l'intérêt d'exécuter progressivement le terrassement (en commençant par au moins 3 ares). Ce terrassement progressif serait même obligé dans les vieilles exploitations n'ayant plus assez de main-d'œuvre en cas de cessation de l'assistance du Projet qui paye 100 F au terrassier par are supplémentaire au delà de 14 ares. Le Projet fournit également 3 houes, du phosphate naturel pour 500 kg/ha et de l'encadrement (surveillance et contrôle).

Le talus incliné permet la culture fourragère comme Setaria et Pennisetum; ce dernier pouvant servir de tuteur pour le haricot volubile. Sur les fortes pentes, les terrasses devraient être plus étroites de façon à faire une ou 2 lignes de pomme de terre.

Une question également importante est celle de l'écoulement d'eau excédentaire à travers des exutoires naturels ou créés artificiellement. Le Projet IPV n'a pas encore acquis la technique de création de ces derniers et se contente de la protection des exutoires naturels par le bambou ou de l'exécution d'une pente légère dans le sens longitudinal de la terrasse (perpendiculaire à la contre-pente).

Le risque de glissement persiste quand même mais l'on est obligé de créer des terrasses radicales vu les fortes pentes qui favorisent le charriage non seulement des éléments nutritifs mais aussi des semences.

A des pentes plus douces, on continue à recourir aux dispositifs LAE traditionnels (fossés et haies) qui présentent une certaine efficacité contre le ruissellement.

Dans la partie méridionale de la région aux Projets PDAG et CZN, les fossés et haies sont également exécutés et l'on procède à l'observation des terrasses radicales en milieu contrôlé ou en champs d'agriculteurs. Ces terrasses y sont jugées d'emblée trop coûteuses et confrontées au problème d'asphyxie et de perte de fertilité comme ailleurs, la période entre deux chaulages successifs doit être réduite, la fumure organique exigée est de 20 t/ha alors qu'elle n'est pas disponible et le problème de fertilité s'aggrave suite à l'abondance des pluies et à la lixiviation.

Au Projet CZN, on retient comme critère de pente terrassable l'intervalle 10-60 % (5-30 degrés). Nous avons observé une originalité dans la construction du talus : les herbes fixatrices sont plantées au fur et à mesure du terrassement, la nouvelle couche de terre venant recouvrir les souches d'herbes.

L'ISAR/Gakuta, différentes méthodes de lutte anti-érosive ont été essayées (bandes piquetées avec haies de Setaria, fossés non cloisonnés, fossés cloisonnés et terrasses radicales). Des techniques de fixation des talus ont été également essayées. Des mesures de pertes de terres se poursuivent sur des parcelles d'érosion. Quelques

résultats sont présentés dans le Rapport Annuel 1989 de l'ISAR (1990, pp. 254-257). Les pertes en terres sont d'autant plus grandes que le ruissellement est intense, pas nécessairement dans le même sens que la pluviométrie; on pense que ces pertes sont en grande partie dues aux pluies rapprochées avec forte intensité comme en mars et avril. Quant aux rendements des cultures selon les différentes méthodes et par rapport au témoin, celui-ci accuse une plus faible production, la terrasse radicale une plus grande et les autres méthodes une production intermédiaire. Le système de haies seules produit une plus grande biomasse que les autres méthodes.

Au niveau de la lutte culturale, il n'y a pas de techniques spéciales sauf le billonnage perpendiculaire à la pente. Le labour en grosses mottes n'est pas pratiqué dans la région.

C. Foresterie et agroforesterie

Comme ailleurs, la région de la Crête Zaïre-Nil connaît des contraintes d'insuffisance en bois de feu (non marquée), en bois de service et en bois d'œuvre de même que de faible fertilité des sols et d'insuffisance en fourrage. Ces contraintes justifient des actions de foresterie et d'agroforesterie.

La présence des arbres dans les champs est marquée essentiellement par les quelques vestiges de la forêt primaire. Les ligneux sont plutôt à proximité de l'habitat. On rencontre plus fréquemment Poycias fulva, Erythrina abyssinica et Ficus sp. Les Eucalyptus y constituent également une importante source de bois de feu et de service. D'autres espèces connues dans la région sont Markhamia sp. et Cedrella sp. en plus de celles déjà citées pour les Terres de lave (AFRENA, 1988, pp. 53 et 72).

Concernant l'agroforesterie, quelques activités ont été effectuées au niveau de certains projets de développement opérant ou non en collaboration avec l'ISAR. Tels sont le PIA de Gikongoro (actuellement PDAG) pour la production diffusion (pépinières) et pour la vulgarisation-formation, les Projets CZN et GBK-Gishwati pour la production-diffusion et le système Taungya (cultures intercalaires sous -boisement), le Projet de reboisement de Mudasomwa et, enfin, le Projet RRAM qui s'occupe de la recherche en plus des activités de production et vulgarisation-formation.

Le Projet RRAM d'après ses essais à Rutoyi en commune Nyakinama, a obtenu quelques résultats et tiré quelques conclusions

- Alnus acuminata est une espèce à privilégier après Grevillea robusta, car il n'est pas limité par l'altitude.
- Cedrella serrata et Acrocarpus fraxinifolius ne supportent pas la haute altitude surtout où l'humidité est excessive.
- Calliandra calothyrsus et Leucaena leucocephala montrent un taux de croissance faible au début mais ont tendance à se rattraper après. Nous

avons eu l'occasion de signaler qu'ils ont, en fin de compte, une bonne production de biomasse foliaire et montrent un pouvoir de rejet meilleur que celui du Sesbania qui, malgré sa bonne production de biomasse et de tuteurs, meurt rapidement.

- Dans les régions de Ruhengeri où les flancs abrupts de colline sont surexploités et sans protection biologique efficace, la technique agroforestière la plus prometteuse serait de planter les arbres ou arbustes sur des courbes de niveau avec des bandes d'herbes fixatrices; cette technique peut réduire les pertes de terres de 14 % et donner une bonne production de biomasse et de tuteurs dans les 12 premiers mois (NDUWAYEZU, 1990, pp. 14-15). Pour une autre revue des activités agroforestières et des recommandations sur la poursuite de la recherche ou de la diffusion, lire WEBER (1985) et ERDMANN (1988).

Dans la zone du Projet IPV, on a noté l'existence de boisements individuels d'Eucalyptus ou de cyprès sur les exploitations familiales. Pinus et Acacia se trouvent dans des boisements communaux. L'agroforesterie n'est pas pratiquée de manière assez dense et l'on incrimine la nébulosité élevée du ciel de la région qui prive déjà les plantes de lumière; Grevillea et Acacia sont quand même rencontrés

S'agissant des activités du Projet CZN et de l'ISAR/Gakuta, nous pouvons noter l'existence d'un volet de foresterie sociale tel que décrit par GASANA (1988, pp. 232-243) et qui comprend :

(i) le reboisement en milieu rural avec les espèces Acacia melanoxylon, Alnus acuminata, Eucalyptus globulus subsp. maideni, E. grandis, E. saliana, Grevillea robusta, Leucaena leucocephala, Persea americana (avocatier), Cyphomandra betacea (arbuste à tomates ou prunier du Japon) et Passiflora edulis (grenadille ou maracuja).

(ii) Le système Taunagya ou système de cultures intercalaires dans une plantation de Pinus sp. par exemple. A l'ouverture, les cultures pratiquées sont l'éleusine, les courges et la pomme de terre. Dans les saisons suivantes, d'autres cultures telles que le maïs et le petit pois sont pratiquées pendant une période variant de 2.5 à 3.5 ans selon l'espèce forestière après laquelle on se retire (à cause de la fermeture du couvert forestier) pour attendre la durée de révolution de l'espèce ligneuse. C'est ainsi que ce système n'est plus pratiqué les boisements ayant déjà plus de 3 ans.

(iii) La paissance sous *plantations* forestières ou sylvo-pastoralisme, également sous Pinus sp. (patula ou radiata par exemple) ou sous Acacia melanoxylon avec différentes espèces broutées rencontrées dans le sous-bois telles que celles citées

en pages 238 et 239 de la source pour la lisière de la forêt naturelle de Nyungwe. Les résultats semblent très intéressants mais les données scientifiques ne sont pas encore disponibles au Projet CZN notamment pour la capacité de charge (qui était estimée à 0.44 UBT/ha par la source en 1988 mais dont on espérait une augmentation jusqu'à 1 UBT/ha moyennant des traitements appropriés

d'éclaircies et d'élagages hauts). De plus, le système intéresse aujourd'hui davantage les éleveurs fonctionnaires ou commerçants que les agri-éleveurs de la zone qui habitent souvent loin des pâturages.

L'ISAR/Gakuta inclut dans ses programmes de recherche un volet sylviculture et agroforesterie pour trier les espèces pouvant pousser et s'intégrer à l'agriculture, au pâturage, etc. aussi bien en zone moins élevée (1500-2000 m) qu'en zone d'altitude élevée (plus de 2000 m), pour mettre au point le mode de gestion d'arbres agroforestiers à introduire dans les pâturages aménagés et pour un suivi scientifique de boisements greniers (semences et/ou boutures) (KAYONGA et RUTUNGA, 1989, p. 116).

L'agroforesterie est également pour la présente région une technique pouvant rendre d'importants services tels que la plupart de ceux déjà cités pour les Terres de lave mais auxquels il convient d'ajouter

- l'amélioration de la fertilité de la parcelle vivrière de colline; et
- les aspects relatifs aux pâturages et à l'élevage lutte contre l'érosion, réduction du vent, clôtures, fourrage pour le bétail, etc.

D. Contexte socio-économique

1° Population et organisation spatiale

La densité de la population est plus élevée au nord (de 366 hab./km² disponible, i.e. hors lacs, parcs et réserves, pour Nkuli à 505 pour Karago avec l'exception de Ramba qui en compte 241) qu'au sud de la région (de 193 pour Kirambo à 295 pour Kivumu). Certaines communes comme Gatara, Kagano, Mubuga, Nyamagabe et Gitesi ont une position plutôt moyenne (entre 323 et 364). La densité est donc très variable et peut être qualifiée de moyenne pour l'ensemble de la région.

L'habitat est dispersé quoique de façon moins importante qu'en moyenne et basse altitude, car il y a un certain regroupement sur les sommets et crêtes des collines. Le système foncier est le même qu'ailleurs : système d'héritage et usufruit permanent pour les terres de colline; usufruit temporaire pour les terres de vallées..

Plus au sud, les défrichements avec l'encadrement du Projet CZN ou par simple pression de l'émigration ont eu lieu récemment et les exploitations y sont plus grandes (2 ha distribués aux agriculteurs-éleveurs).

2° Couverture des besoins alimentaires

Le MINAGRI (1989 b) fait état d'une couverture calorique relativement bonne d'environ 80 à 100 % à Ruhengeri, Kibuye et Cyangugu (de 78 pour Mwendo à 104 pour Nyamutera) mais faible d'environ 60 à 80 % à Gisenyi et à Gikongoro

(de 56 à Rwamiko à 80 à Mudasomwa). La couverture protéique est plus faible dans l'ensemble mais varie de la même façon entre les différentes parties de la région qui viennent d'être distinguées (hormis les cas de quelques communes exceptionnelles) : de 76 à 97 % pour la première partie, mis à part Kagano et Karengera qui comptent respectivement 64 et 68 %, et de 39 à 73 % pour la deuxième partie sans Mudasomwa qui compte 85 %. Le cas de Ramba est également exceptionnel : 133 % pour les calories et 131 % pour les protéines.

3° Valorisation d'une journée de travail

Le tableau 11 estime la productivité du travail qui est proche du coût d'opportunité de la main-d'œuvre agricole dans la région : 105 % en termes bruts et 80 % en termes nets. Comme dans les deux autres régions d'altitude, l'agro-système "cultures" exige beaucoup d'heures de travail à cause de l'intensivité du système d'exploitation et des pentes élevées impliquant beaucoup de soins de lutte anti-érosive. La productivité apparaît meilleure que dans la terre de lave sans doute à cause de prix au producteur plus élevés et d'un coût d'opportunité inférieur entre autres.

S'agissant de la disponibilité de main-d'œuvre, on utilise 340 HJ pour les cultures sur environ 720 HJ disponibles (2.4 actifs) ; il reste donc 380 HJ dont il convient de déduire :

- environ 58.5 HJ de LAE sur les champs restants : 2.0 sur les 1.4 ares d'autres champs cultivés et 56.5 sur les 34.0 ares des champs non cultivés (2.6 % de 0 à 5 degrés, 25.6 % de 5 à 20 degrés et 71.8 % de plus de 20 degrés de pente);
- environ 81 HJ pour l'élevage (moyenne d'une exploitation ayant du bétail ou non selon l'étude de l'UNR et le MINIFINECO, 1989 b, p. 15); et
- environ 108 HJ pour les emplois hors exploitation (moyenne pondérée des 5 préfectures touchées par la région),

soit un total de 248.5 (environ 250) Hi, ce qui ne laisse plus que 130 HJ disponibles pour les activités déjà signalées pour les terres de lave (2.2.2.2).

Tableau 11. Productivité du travail dans un aaro-système "cultures" traditionnel de la Crête Zaïre-Nil (base 1986)

Culture ou activité LAE	Superficie par saison		Rendement par	Prix au produc-	Produit brut an-	Temps de travaux
	%	ares				
			(t/ha)	(F/k)	(F)	(HJ)
Banane	18. 6	9 .0	4. 7	14. 5	12 267	
Patate douce	27. 2	13. 2	5. 1	7 .0	9 425	
Manioc	14. 2	6. 9	2. 7	7. 7	2 869	
Colocase	1. 8	0 .9	4. 5	13. 4	1 085	
Igname	0. 1	0 .1	5. 0	14. 9	149	
Petit pois	5. 6	2 .7	0 .5	35. 0	945	
Haricot	15. 1	7. 3	0. 7	25. 5	2 606	
Sorgho	7. 0	3. 4	0. 7	25. 6	1 219	
Mais	5. 9	2. 9	1. 0	16. 0	928	
Soja	1. 1	0 .5	0. 4	30. 7	123	
Blé	2. 2	1. 1	0. 8	31. 6	556	
Pomme de terre	1. 2	0. 6	9. 1	11. 8	1 289	
Cult. vivr. (CV)	100. 0	48.6	-	-	33 460	267. 3
Thé	63. 4	1.9	2. 5	15. 0	1 425	11. 4
Café	33. 3	1.0	0 .3	125. 0	375	2. 4
Canne à sucre	3. 3	0.1	2. 0	16. 0	64	0. 1
Cult. industr. (ci)	100. 0	3.0	-	-	1 864	13. 9
LAE 0-5 degrés	10. 5	5.4	-	-	-	2 .6
LAE 5-20 degrés	44. 1	22.8	-	-	-	25. 5
LAE >20 degrés	45. 4	23.4	-	-	-	44 .5
TOTAL LAE	100 . 0	51.6	-	-	-	72. 6
TOTAL CV+CI (i)/LAE	100 . 0	51.6	-	-	+ 35 324	339. 9
Coût intrants intermédiaires					- 240	
• Pomme de terre : 0.006 ha x 2 saisons x 20 000 F						
• Autres cultures vivrières (forfait)					- 1 500	
Sous-total (1)					- 1 740	
REVENU BRUT IRB = PB - (1)					+ 33 584	
Coût d'amortissement du capital					- 7 740	
• Terre : 0.516 ha x 15 000 F/an						
• Matériel et outillage forfait					- 500	
Sous-total 2					- 8 240	
COUT TOTAL C = (1) + (2)					- 9 980	
REVENU DU TRAVAIL RT = PB - C ou RB - 2					+ 25 344	
COUT DU TRAVAIL (CT : 339.9 HJ ou en valeur : 339.9 x 94 F)						3 1 951
PRODUCTIVITE DU TRAVAIL						
• BRUTE (RB/CT) :Absolue : 99 F/HJ; Relative : 1.05 F/F (105 %)						
• NETTE (RT/CT) :Absolue : 75 F/HJ; Relative : 0.80 F/F (80 %)						

Nota : (i) Ajouter 1.4 ares d'autres cultures non considérées (dont 0.1 are de tabac) pour retrouver la superficie cultivée de 53.0 ares présentée au tableau 6.

Source : Notre adaptation des données de diverses sources citées .plus haut (2.2.2.1)

4° Quelques types d'exploitations en fonction de la dotation en facteurs, des objectifs de production et de l'intégration au marché

La dotation en facteurs de production (terre, travail, capital bétail ou plantation et moyens financiers...) de même que les objectifs de production et le degré d'intégration au marché donnent lieu à l'existence de différents types d'exploitation où différents modes de gestion s'articulant autour de l'exploitation moyenne et "abstraite" que nous venons de décrire.

En général, le système agricole consacre essentiellement la culture de la pomme de terre, du manioc, de la patate douce et du sorgho comme cultures de sécurité alimentaire et, de plus en plus, la pratique de la pomme de terre, du blé, du soja et du haricot volubile est orientée vers une approche de rentabilité recourant aux intrants modernes.

Au Projet IPV, nous n'avons pas distingué de types d'exploitations proprement dits. Nous avons seulement noté comme ailleurs que la dotation en terre distingue les familles agricoles en une grande majorité qui recourt au faire-valoir direct et en un certain nombre de familles modestes qui louent la terre. Des exploitations ayant les plus grandes superficies (souvent 1 à 1.5 ha) gardent longtemps des jachères mal entretenues. Par ailleurs, il n'est pas facile d'engager la main-d'œuvre agricole. Les emplois non agricoles accaparent la main-d'œuvre disponible surtout des hommes à cause de l'existence d'un contingent de projets de développement (Projets Théicoles de Nyabihu et de Rubaya, GBK, IPV...).

Dans la partie sud de la région, le Projet PDAG essaie de promouvoir l'utilisation des intrants par le crédit agricole mais les taux de recouvrement sont très faibles. Le Projet a créé un fonds de garantie de 10 millions déposé à la Banque Populaire mais des problèmes subsistent à cause du faible pouvoir d'achat des paysans. Le Projet, qui s'occupe de l'approvisionnement en intrants, s'intéresse actuellement à la filière semencière de la pomme de terre. Une étude dans ce sens a été réalisée par P. TEGERA du PNAP pour la région de Gikongoro. Un crédit chaux est également organisé qui s'étale sur 2 saisons. Malgré ce souci d'utilisation des intrants, beaucoup d'agriculteurs dans cette zone restent à un niveau d'adoption assez bas même pour les exploitations encadrées par le Projet qui ont été classées par MULINDABIGWI (1990, pp. 116 et 117) en 5 groupes

1° Exploitations n'ayant pas encore convenablement terminé la LAE et ne produisant pas de fumier;

2° Exploitations de moins de 50 ares, ayant terminé la LAE, qui essaient d'intensifier les cultures mais sans succès par incapacité financière;

3° Exploitations ayant terminé la LAE, produisant du fumier, essayant l'intensification de quelques cultures et pouvant accéder au crédit agricole et le rembourser;

4° Exploitations pratiquant tout le paquet technologique et les techniques culturales autour de la pomme de terre, du blé et du soja; et

5° Exploitation appliquant tout le paquet technologique et les techniques culturales autour d'au moins 4 cultures (pomme de terre, blé, soja, sorgho...) et pratiquant la rotation après avoir abandonné quelques cultures aux dépens des premières.

Dans cette même partie méridionale de la Crête Zaïre-Nil, le Projet CZN encadre des exploitations de structure ou fonctionnement différents. VIRICELLE (1989, pp. 9 et 10) précise que la différenciation est fonction de la surface d'abord (1.5 ha dont 0.3 de thé pour les paysans installés par le Projet thé et 2 ha pour l'essentiel des paysans installés par le Projet CZN) mais aussi de la présence ou de l'absence du thé comme source de revenus. Cette différenciation aboutit actuellement à trois principaux types d'exploitations en zone d'altitude la plus élevée

1° Thé comme source de revenus monétaires et reste de la terre attribuée à la culture vivrière extensive pour l'autoconsommation;

2° Salaires comme source de revenus monétaires (1500 F/mois pour une activité discontinue comme manœuvre moyen employé par le Projet) et culture extensive de produits vivriers;

3° Exploitation quelquefois avec mais le plus souvent sans thé cultivant, grâce à l'élevage, et donc du fumier, une partie de sa surface de manière intensive pour les cultures telles que la pomme de terre ou le blé, propres à fournir des revenus.

Les deux premiers types sont dualistes (activité monétaire et culture vivrière extensive nettement séparées) tandis que le troisième est déjà très intégré. Dans le premier type (zone théicole), le thé fournit 80 % du revenu et ce revenu est régulier mais exige beaucoup de travail et n'en laisse pas assez pour d'autres activités agricoles ou d'améliorations foncières (lutte anti-érosive). Dans le deuxième type, l'activité salariée est dominante mais n'est pas nécessairement favorable étant donné que l'argent obtenu n'assure pas dans tous les cas la couverture de tous les besoins alimentaires ou d'investissement en agriculture. Dans le troisième type, les revenus sont importants et un début de capitalisation est observé.

Deux types d'investissements sont notés : (i) non agricole : habitat et équipement et (ii) achat du bétail, pulvérisateur et autre matériel agricole ou infrastructures d'élevage.

Le bétail est surtout destiné à la production de fumier et à la sécurité; les génisses brun-suisse donnent également le lait comme sous-produit.

Dans cette zone du Projet CZN, l'on ne saurait passer sous silence un certain développement des filières agricoles

- la filière lait : cette filière est importante dans une zone avec pas mal de pâturages mais elle semble avoir été au départ mal conçue étant donné que les pâturages étaient loin des exploitations d'agriculteurs. Au niveau de cette filière, un troupeau est géré par le Projet au CAT mais il y aurait eu peu de diffusion en milieu paysan
- la filière bois : exploitation rationnelle et mise au point de bonnes méthodes de consommation de bois (four Casamance...)
- la filière blé : minoterie
- la filière pomme de terre : commercialisation vers Gikongoro et Butare; développement de la sous-filière semencière
- la filière miel : pour tirer profit de la proximité de la forêt naturelle

Ces filières restent sans doute à mieux organiser, en l'occurrence, en coopératives ou groupements de production et/ou de commercialisation mais il est clair qu'elles auront un impact évident sur le système de production.

S'agissant de la zone d'altitude moins élevée, la typologie n'est pas aussi nette et nous avons déjà souligné (en A) les trois types de gestion (intensive, extensive et des marais).

Il importe de souligner l'existence des marchés de contacts entre cette zone moins élevée et celle de plus haute altitude qui se spécialisent plus ou moins en produits différents.

2.2.2.4. Hautes terres du Buberuka

La description de cette région est fondée sur le Projet FSRP/ISAR-Rwerere , le CPA-Kisaro et le Projet Kigali-Nord (Tare).

A. Système de production et pratiques générales pour la fertilité de sols

- La polyculture-élevage avec culture permanente pluviale constitue la base du système de production. L'importance des cultures vivrières est représentée par le pourcentage par rapport à la superficie vivrière totale haricot (26.0), le bananier (23.0), la patate douce (16.7), le sorgho (13.5), le petit pois (7.9), le maïs (5.4), le manioc (3.4), le blé (2.5), la pomme de terre (0.9) et la colocase (0.7).

- Les cultures industrielles occupent 4.3 ares dont 3.0 pour le théier, 1.2 pour le caféier et 0.1 pour le tabac.

- L'élevage est assez répandu dans la région et porte notamment sur les ovins, caprins et bovins mais aussi sur les porcins, les volailles et les lapins.

L'élevage tend vers la semi-stabulation à cause du manque de pâturage qui est caractéristique comme en moyenne altitude. La fourniture de fumure organique au sol est un des rôles principaux de l'élevage. Les sources d'affouragement sont les mêmes qu'ailleurs; la pénurie aussi bien qualitative que quantitative de fourrage est la principale contrainte de l'élevage.

- Les pratiques générales de la culture vivrière sont caractérisées par les éléments suivants :

- la culture pure (de bananier, haricot, pois, froment, patate douce, pomme de terre, manioc et autres dont le café) est plus pratiquée que la culture associée (à base de bananier, haricot, maïs, pois, patate douce, sorgho, etc.) Le haricot est moins cultivé en pur (20 % et associé à 80 % avec le bananier, la patate douce, le maïs et le sorgho.
- Au CPA-Kisaro, nous avons appris qu'en milieu rural la rotation que le blé ne pratiquée est : patate douce-haricot-sorgho ou blé-pomme de terre-blé. Les paysans sans suffisamment de terre préfèrent faire suivre le blé qui passe 3 ou 4 mois par le sorgho qui occupe le terrain 6 ou 7 mois en tirant ainsi profit du fait que le blé ne dure pas.
- Le bananier est pratiqué le long des flancs de colline et, pour de moins grandes étendues, sur les sommets et dans les fonds des vallées.

- La fumure organique est le seul apport de fertilisant aux sols mais elle est insuffisante à cause du faible cheptel bovin.

Au CPA-Kisaro, la fumure organique est la base de la fertilisation sur les terrasses radicales. Le centre pratique l'élevage du petit bétail : environ 44 porcs et 29 chèvres. La compostière est bien pavée et une citerne à purin est aménagée à côté. La paille de blé sert de litière pour les animaux en vue de la fabrication du fumier.

Dans le milieu rural environnant, la plupart des agriculteurs élèvent des chèvres, des moutons et des lapins; une exploitation peut compter 2 à 5 têtes de chèvres ou moutons. Peu d'exploitations possèdent une vache surtout que pas mal d'exploitations sont trop petites (20 ares ou moins), ce problème d'exiguïté étant aggravée par la polygamie (un ha pour 2 ou 3 femmes, en principe dans autant de ménages différents) même dans les exploitations qui seraient normalement suffisantes.

- Les engrais minéraux ne sont pas d'usage courant sauf sur le théier avec l'encadrement de l'OCIR-thé.

- Les sols de la région sont très acides (à 75 limitant ainsi la disponibilité d'éléments minéraux pour les cultures; une relation négative entre le pH et la CEC a été observée qui confirme le besoin de chauler pour augmenter la capacité de rétention de nutriments et la disponibilité de Ca et Mg aux cultures. La chaux est disponible localement dans la préfecture de Ruhengeri et pourrait être utilement appliquée dans la zone des Hautes terres du Buberuka qui touche cette préfecture (YAMOAH, BURLEIGH et MALCOLM, 1990, p. 217). A notre connaissance, ces applications de chaux ne sont pas encore réalisées dans la région, ce qui limite les rendements des cultures.

- La commune Tare de la zone du Projet Kigali-Nord se retrouve dans cette région des Hautes terres du Buberuka. La rotation qui y est pratiquée est la suivante : Tubercules (Pomme de terre) - Céréales (Blé) - Légumineuses (Haricot volubile) - Céréales (Blé). Le schéma de fertilisation proposé est

- (i) en ouverture : 2.5 t/ha de chaux, plus de 4 t/ha de fumier et 300 kg/ha de NPK triple 17;
- (ii) blé : 350 kg/ha de NPK et urée;
- (iii) haricot volubile : environ 4 t/ha de fumier et 150 kg/ha de DAP; et
- (iv) blé : idem que (ii).

La chaux appliquée sert à toute la rotation et son utilisation est rentable en ouverture. Le blé bénéficie de l'arrière - effet.

Les essais menés à la saison 90. A montrent que pour la pomme de terre une dose moyenne de fumier (environ 8 t/ha) accompagnée de fumure minérale permet une augmentation très importante de rendements. Le calcul économique effectué sur la rotation pomme de terre après haricot et blé quant à l'usage de phosphore (avec chaulage) donne des RVC de l'ordre de 3, ce qui est intéressant pour le paysan

(MINAGRI/PKN, 1990, p. 2). De nombreux résultats à affiner ou à confirmer avaient déjà été proposés par ROLLIN (1988) dont ceux qui permettaient d'affirmer que, dans la zone d'altitude du Projet Kigali-Nord, la chaux a un effet intéressant.

B. Degré d'érosion et techniques de lutte anti-érosive

Les pertes de terre rapportées par le MINAGRI/SESA sont parmi les plus élevées comme pour d'autres régions de haute altitude (12.3 t/ha). Les pentes de la région sont très fortes (59.5 % de plus de 20 degrés, 39,6 % entre 5 et 20 degrés et 7.9 % seulement de moins de 5 degrés).

C'est ainsi que les Hautes terres du Buberuka sont classées parmi les régions à plus hauts risques d'érosion.

Les techniques pratiquées contre l'érosion sont comme ailleurs les fossés aveugles avec comme espèces d'herbes fixatrices Pennisetum et Setaria. Les terrasses radicales, nous l'avons dit, sont en cours d'observation et d'évaluation sauf à Kisaro où elles sont installées depuis longtemps. La visite du centre nous a permis d'observer ces terrasses qui modèlent le paysage.

Pour l'établissement de la terrasse, il importe d'insister sur la contre-pente qui doit être établie non pas à la surface mais après enlèvement des mottes sur la partie la plus dure ("sous-sol") de façon à mieux réduire l'infiltration; la contre-pente peut être de 3 %. Quant à la largeur, elle est de plus ou moins 6 mètres pour les pentes moyennes à fortes et peut aller jusqu'à 40-50 m pour les terrains de faibles pentes. On se reportera à l'existence du débat sur les avantages et les inconvénients de la grande ou de la petite terrasse déjà évoqué plus haut. Pour la fixation du talus, on plante Setaria ou Gynodon dactylon qui peuvent nourrir les animaux; ces plantes fixatrices des talus peuvent aussi être utilisées pour fumer la terrasse après enfouissement. Sur les terrasses, on pratique l'engrais vert avec le lupin, le radis fourrager et la vesce. Celle-ci est meilleure car elle croît comme le petit pois en couvrant le sol qui reste ainsi humide. Le radis fourrager est enfouie à la floraison autour de 3 mois.

L'exécution des travaux par le paysan demande beaucoup de main-d'œuvre; c'est ainsi qu'une famille sans enfants peut terrasser 5 ares par an tandis que celle avec enfants peut en faire 10.

Nous ne reviendrons pas sur le problème des éboulements qui constituent un danger permanent si la terrasse n'est pas bien exécutée et cela au bon endroit.

C. Foresterie et agroforesterie

Nous avons déjà eu l'occasion de parler des arbres ou arbustes adaptés à la haute altitude. La plupart d'entre eux trouvent leur place également sur les Hautes terres du Buberuka et permettent de répondre aux nombreux besoins de l'agriculteur : bois de feu, bois de service, fourrage, fertilité des sols, lutte contre l'érosion, revenus monétaires... En plus des arbres cités pour la zone de laves, il faut noter Markhamia sp. et le Cedrella sp. Les espèces agroforestières sont triées par le Projet FSRP/ISAR-Rwerere notamment dans le cadre du système de "culture en couloirs".

YAMOAHA (dans le document technique n° 32 du FSRP) affirme que la culture en couloirs offre plusieurs avantages aux agriculteurs des hautes terres de la zone du Projet en rapport avec la protection des sols, la conservation des nutriments et

l'amélioration de la productivité du sol dans l'ensemble. L'auteur rapporte que Sesbania sesban, Leucaena leucocephala, Calliandra calothyrsus et Markhamia lutea ont été testés dans la région avec une supériorité évidente du Sesbania pour la précocité de croissance et la production de biomasse, malgré sa disparition rapide après quelques coupes tel que déjà signalé. Les avantages et inconvénients de ces différentes espèces conditionnant leur niveau d'adoption par les paysans sont rapportés par N'DIAYE (1988, pp. 234-241).

L'AFRENA (1988, pp. 41 et 42) rapporte que les principales espèces vulgarisées par le FSIP (nouveau FSRP) sont, en plus de celles qui viennent d'être citées Acrocapous fraxinifolius, Albizzia aummifera, Flemingia congesta, Grevillea robusta, Maesopsis eminil Markhamia platycalyx, Melia azedarach et espèces fruitières diverses. La même source (p. 52) précise que les principales espèces fruitières sont le papayer et le passiflore mais aussi l'avocatier et le prunier du Japon.

Dans la zone du Projet DRB, il semblerait, d'après les techniciens du CPA-Kisaro, que la principale essence agroforestière vulgarisée chez l'agriculteur soit Grevillea. Au centre de Kisaro, l'on n'est pas favorable à l'agroforesterie : le vent qui y est souvent fort viendrait briser les arbres ou arbustes et l'ombre pourrait freiner la photosynthèse étant donné la nébulosité déjà forte, problème déjà relevé à l'IIPV.

Parmi les importants services que peut rendre l'agroforesterie dans la région des hautes terres non volcaniques, nous noterons, en plus de ceux déjà signalés pour les terres de lave et la Crête Zaïre-Nil : l'aspect de fertilité des sols sur la parcelle vivrière de bas-fonds, la protection des berges et l'alimentation des poissons.

D. Contexte socio-économique

1° Intégration du système au marché relativement bonne grâce à la circulation monétaire assurée par la vente du thé ou du blé dont les prix sont garantis. Il n'est cependant pas exclu que cette intégration se fasse au détriment de

68

l'alimentation, car dans certaines zones, le blé a concurrencé les autres cultures avec l'implantation de la minoterie de KABUGA et le prix garanti de 39 F/kg alors que l'argent reçu n'était pas préférentiellement destiné à l'achat des vivres, ce qui a conduit à certains déséquilibres alimentaires. Il reste que le blé est un excellent pourvoyeur de revenus monétaires, dans les zones rurales environnant le Centre de Kisaro, un paysan moyen peut produire 100 kg de blé par saison et en vendre 70, d'où un taux de commercialisation de 70 % pour avoir environ 2700 F sur le seul blé. La pomme de terre, la patate douce et le sorgho sont également vendus, principalement pour les dépenses de consommation de biens et services courants. S'agissant de la main-d'œuvre salariée, seuls les paysans les plus riches y recourent tandis que la majorité des agriculteurs font le "kuguzanya" (échange de journées de travail). Quant à l'intégration par l'approvisionnement en intrants, elle reste peu développée

étant donné la faiblesse ou l'absence de l'utilisation des semences améliorées, d'engrais minéraux, de chaux ou de produits phytosanitaires.

2* Population et organisation spatiale

Sauf à Ruhondo, Kigombe et Cyabingo où elle dépasse 600 hab./km², la densité est moyenne allant de 169 pour Bwisige à 477 pour Kidaho avec une moyenne de 337 pour l'ensemble des communes touchées au moins à 30 % par la région. Les communes typiques (à 100 %) de la région enregistrent une densité moyenne de 380 hab./km² (MINAGRI, 1989 b, pp. 3-5).

En général, l'habitat est plus groupé et les champs entourent l'ensemble des habitations agglomérées sur les promontoirs des collines, mais le système d'héritage provoque toujours le morcellement des tenures foncières.

3° Couverture des besoins alimentaires

Sur base des données de production vivrière et de population, le MINAGRI (1989 b, pp. 14-16) estime que la couverture calorique est assurée de façon moyenne à faible la plupart des communes touchées par la région ont un taux de couverture de 80 à 100 %; les taux les plus faibles (entre 62 et 72 % sont observés dans 4 communes de Byumba (Cyumba, Cyungo, Kibali et Kivuye) tandis que le taux le plus élevé est noté à Bwisige (125 %). La couverture protéique est également variable allant de 63 à 136 %. Les besoins sont couverts à moins de 80 % pour Ruhondo, Cyabingo, Cyungo, Cyumba, Nyamugali, Buyoga et Nyakabanda; à 80-100 pour Kibali, Kigombe, Tare, Kinyami, Kivuye et Kiyombe; et à plus de 100 % pour Cyeru, Nkumba, Butaro, Bwisige et Mukarange.

4° Valorisation d'une Journée de travail

La productivité du travail estimée au tableau 12 est très bonne non pas à cause des rendements meilleurs ni des prix plus élevés que ceux des deux autres régions de haute altitude, mais surtout du faible coût d'opportunité du travail (56 F/HJ), le moins élevé après celui des Bords du

Tableau 12. Productivité du travail dans un agro-système 'cultures' traditionnel des Hautes terres du Buberuka (base 1986)

Culture ou activité LAE	Superficie par saison		Rendement par saison	Prix au producteur	Produit brut annuel : PB	Temps de Travaux
	%	ares	(t/ha)	(F/kg)	(F)	(HJ)
Banane	23.0	10.6	6.5	11.6	15 985	
Patate douce	16.7	7.7	4.7	7.1	5 139	
Manioc	3.4	1.6	3.6	9.9	1 140	
Colocase	0.7	0.3	4.5	11.1	300	
Petit pois	7.9	3.7	0.4	26.8	793	
Haricot	26.0	12.0	0.7	21.0	3 528	
Sorgho	13.5	6.2	1.0	18.7	2 319	
Mais	5.4	2.5	1.1	14.5	798	
Blé	2.5	1.2	0.9	31.6	683	
Pomme de terre	0.9	0.4	5.1	9.4	384	
Cult. vivr. (CV)	100.0	46.2	-	-	31 069	254.1
Thé	71.4	3.0	2.5	15.0	2 250	18.0
Café	28.6	1.2	0.2	125.0	600	2.9
Cult.industr. (CI)	100.0	4.2	-	-	2 850	20.9
LAE 0-5 degrés	10.8	5.5	-	-	-	2.6
LAE 5-20 degrés	51.6	26.4	-	-	-	29.6
LAE >20 degrés	37.4	19.1	-	-	-	36.2
TOTAL LAE	100.0	50.4	-	-	-	68.4
TOTAL CV+CI	100.0	50.4	-	-	+ 33 919	343.4
Coût intrants intermédiaires					- 160	
• Pomme de terre : 0.004 ha x 2 saisons x 20 000 F						
• Autres cultures vivrières (forfait)					- 1 500	
Sous-total (1)					- 1 660	
REVENU BRUT IRB = PB - (1)					+ 32 259	
Coût d'amortissement du capital					- 7 560	
• Terre : 0.504 ha x 15 000 F/an						
• Matériel et outillage (forfait)					- 500	
Sous-total (2)					- 8 060	
COUT TOTAL C = 1 + 2					- 9 720	
REVENU DU TRAVAIL RT = PB - C ou RB - 2					+ 24 199	19 230
COUT DU TRAVAIL CT : 343.4 HJ ou en valeur : 343.4 x 56 F)						
PRODUCTIVITE DU TRAVAIL :						
• NETTE (RT/CT) :!Absolue : 71 F/HJ: Relative : 1.26 F/F (126 %)						

Nota :(i) Ajouter 0.6 are d'autres cultures non considérées (dont 0.1 are de tabac) pour retrouver la superficie cultivée de 51.0 ares présentée au tableau 6.

Source: Notre adaptation des données de diverses sources citées plus haut (2.2.2.1)

Lac Kivu (40 F/HJ). En effet, les opportunités d'emplois non agricoles ou hors exploitation ne sont pas florissantes dans cette région, mises à part celles dues à l'existence des usines et plantations de thé et du Projet DRB, laissant la plupart des agriculteurs dans un enclavement certain.

Concernant la disponibilité de la main-d'œuvre, on compte 2.2 actifs soit 660 HJ par an dont on doit déduire les 343 HJ des cultures concernées et de la lutte anti-érosive y relative pour garder 317 HJ qui seront à leur tour utilisés.

- à la lutte anti-érosive sur le 0.6 are d'autres champs cultivés pour 0.8 HJ et sur les 36 ares de champs non cultivés (avec 7.9 % de 0 à 5 degrés, 39.6 % de 5 à 20 degrés et de 52.5 % de plus de 20 degrés de pente) pour 53.2 HJ soit un total de 54 HJ;
- à l'élevage (UNR-MINIFINECO, 1989 B, p. 15) pour environ 31 HJ;
- aux activités hors exploitation pour 105 HJ
soit un total de 190 HJ laissant 153 HJ pour d'autres activités, ce qui montre que la main-d'œuvre est relativement abondante, comme en témoigne par ailleurs le faible coût d'opportunité, et qu'elle pourrait être utilisée pour intensifier la lutte anti-érosive entre autres.

2.2.3. Que conclure de l'étude des hautes altitudes ?

Les systèmes de haute altitude gardent quelques points communs :

- les pluies abondantes, la saison sèche peu marquée et les faibles températures donnent lieu à la culture pratiquement échelonnée sur toute l'année et à l'allongement des cycles.

- De fortes pentes parfois très raides, où les cultures sont parfois pratiquées à plus de 100 %, prédisposent la région à des dangers d'érosion évidents qui sont confirmés par des estimations de pertes de terres surtout pour la Crête ZaïreNil et les Hautes terres du Buberuka. La région des Terres de lave n'est pas aussi escarpée que ces dernières, présente une grande perméabilité des sols et bénéficie de la pratique du billonnage; elle voit ainsi les dangers d'érosion réduits mais pas de manière aussi considérable qu'on est souvent amené à le penser : la prédominance des cultures à faible degré de couverture du sol, comme la pomme de terre, le maïs et le sorgho, le haut niveau d'intensivité de l'exploitation du sol due à la pression démographique ainsi que le peu de souci d'apport de matière organique suite à l'idée que les sols sont naturellement fertiles exposent cette région à une importante dégradation des sols.

- La distinction possible entre une zone d'altitude plus élevée (plus de 2000 m) où domine la pomme de terre, le blé et le petit pois et une zone moins élevée (entre 1500 et 2000 m) où sont pratiquées les cultures de moyenne et basse altitude telles que le bananier, la patate douce et, parfois, le manioc; le maïs, le sorgho et le haricot se retrouvent avec presque la même importance à ces deux niveaux.

- Le degré d'association de ces cultures est moins important qu'en moyenne et basse altitude et l'on peut penser que l'utilisation des intrants spécifiques aux cultures s'y prête mieux d'autant plus que le climat lui-même oblige à une certaine spécialisation en pomme de terre, blé ou théier. Tant que les filières bénéficient de certaines mesures d'accompagnement (approvisionnement, crédit et commercialisation) et que le risque diminue, la situation actuelle laisse penser que les systèmes d'altitude sont mieux portés vers la spécialisation en certaines cultures dont une bonne partie peut être vendue comme la pomme de terre et le blé, les incitations étant le climat lui-même et sans doute la recherche de revenus pour couvrir les besoins d'une population importante.

- Le théier est une culture importante dans les hautes terres de la Crête Zaïre-Nil et du Buberuka comme source de revenus monétaires mais aussi comme protecteur des sols contre l'érosion une fois pratiqué sur flanc de colline, et surtout comme culture bien adaptée aux sols acides. Cette culture pourrait jouer un plus grand rôle dans la région des laves où elle diminuerait le risque lié à une mauvaise saison ou une chute éventuelle des prix pour la pomme de terre et serait intégré dans les exploitations pour la lutte anti-érosive.

- L'amendement organique du sol est faible ou limité à une petite superficie proche du "rugo" étant donné que les quantités de fumier/compost sont petites. Cet apport de matière organique est indispensable même dans les Terres de lave qui ont une teneur en éléments minéraux satisfaisante mais pas assez de matière organique. L'usage des engrais minéraux et (pour les sols acides des Hautes terres de la Crête Zaïre-Nil et du Buberuka) de la chaux n'est pas courant même si les essais en station et en champs d'agriculteurs ont montré leur intérêt surtout en combinaison avec la matière organique. Surtout pour les sols non anthropisés (loin du "rugo"), l'usage des engrais requiert un chaulage préalable.

- L'usage des ligneux est prometteur et permettrait de rendre d'importants services aussi bien pour la fertilité du sol que pour le bois de feu ou de service, la disponibilité de tuteurs, le fourrage, etc. Nombreuses espèces ont été essayées avec plus ou moins de succès dépendant de l'altitude, de la profondeur du sol et des besoins de l'agriculteur, et présentent des chances d'adoption non négligeables pour compléter des essences autochtones ou déjà pratiquées (comme Polycias fulva, Erythrina abyssinica, Ficus sp., Grevillea robusta et Eucalyptus sp.) : Alnus acuminata, Calliandra calothyrsus, Leucaena leucocephala, Sesbania sesban, etc. Cette dernière espèce donne les meilleures performances de croissance rapide et de biomasse mais disparaît plus rapidement après quelques coupes. En définitive comme le précise N'DIAYE (1988, p. 141) pour la zone du Projet FSRP, aucune des espèces expérimentées par les agriculteurs n'a encore une supériorité claire et nette sur les autres et la recherche-développement doit se poursuivre pour un choix opérationnel des espèces adaptées aux besoins et aux capacités de gestion des paysans de la région de haute altitude.

L'évaluation des systèmes de haute altitude sur base du niveau de couverture des besoins nutritionnels et de la productivité du travail fait ressortir les éléments suivants

- la forte densité de la population (autour de 400 hab./km², hors lacs, parcs et réserves, sur la plus grande partie, mais moins forte dans la partie méridionale de la Crête Zaïre-Nil, plus pauvre - ou sans assez d'infrastructures avant la colonisation pour la partie encadrée par le Projet CZN - et ne pouvant donc abriter une grande population comme illustré par de fréquentes émigrations), donne lieu à une faible couverture des besoins alimentaires malgré l'intensivité du système de production. Cette intensivité surtout de main-d'œuvre se heurte à des contraintes de faible fertilité des sols due à leur faible potentiel dans les hautes terres de la Crête Zaïre-Nil et du Buberuka mais aussi à leur surexploitation sur les Terres de lave. Ainsi, les rendements demeurent relativement les mêmes. La situation alimentaire est relativement meilleure sur les Terres de lave (taux de couverture supérieur à 80 % aussi bien pour les calories que pour les protéines), qui sont plus fertiles, que sur les deux autres régions (taux descendant jusqu'à moins de 60 % pour certaines communes).
- La productivité du travail est plus élevée dans les Hautes terres de la Crête et du Buberuka que sur les laves. La productivité du travail est presque la même en termes financiers pour les deux premières régions mais, celle du Buberuka devient plus élevée que celle de la Crête une fois rapportée au coût d'opportunité économique de la main-d'œuvre qui est plus faible (56 F/HJ) pour celle-là que pour celle-ci (94 F/HJ). En effet dans le Buberuka, la main d'œuvre est abondante et trouve peu d'alternatives d'emplois hors exploitation que dans la région de la Crête. Quant aux Terres de lave, la productivité est encore plus faible.

Il nous semble qu'une première conséquence de cette différence de productivité du travail est qu'une plus grande intensification de la main-d'œuvre est encore possible dans la région du Buberuka permettant ainsi de réaliser plus rapidement les travaux de lutte anti-érosive et de pratiquer l'agroforesterie pour valoriser la main-d'œuvre familiale abondante dont la productivité en agriculture reste importante. Une telle approche est encore possible dans une certaine mesure pour les Hautes terres de la Crête Zaïre-Nil.

Pour les Terres de lave, un moyen d'augmenter la productivité du travail est d'envisager dans les délais les plus brefs une plus grande intensivité du système quant à l'utilisation des intrants même pour les cultures autres que la pomme de terre. Vu la faible productivité du travail, nous pensons que la population a approché ou

dépassé la limite d'acceptation d'un travail plus intense pour la lutte anti-érosive, d'où il faudrait privilégier rapidement l'intensification par les intrants dans une première étape et par engagement d'une main-d'œuvre salariée dans une deuxième étape si cela s'avère utile.

2.3. Les systèmes d'altitude moyenne

2. 3. 1. Bases d'identification des zones micro-écologiques

DELEPIERRE (1982, p. 88) et AFRENA (1988, p. 56) reprennent les principales caractéristiques de la zone d'altitude moyenne qui est répartie de part et d'autre de la Crête Zaïre-Nil

- altitude de 1400 à 1900 m, parfois allant jusqu'à 2100 m;
- pluviométrie annuelle variant entre 1000 et 1400 mm; - saison sèche de 3 mois;
- géomorphologie très contrastée compte tenu de la grande variabilité de la pente et de la forme des collines; la pente varie de 0 à 100
- sols classés comme histosols, inceptisols, ultisols ou entisols, généralement argileux (sauf les histosols) suffisamment profonds, acides et d'une fertilité moyenne à bonne;
- terres modérément accidentées et densément peuplées donnant lieu à des risques d'érosion assez importants et rendant indispensables les mesures anti-érosives sur flancs de collines.

Le tableau 13 condense les caractéristiques de cette zone tandis que le tableau 14 présente le pourcentage de superficie de chaque commune qui est touché par les différentes régions agricoles.

2.3.1.1. Impara

Cette région totalement située dans la préfecture de Cyangugu est caractérisée par les éléments suivants (DELEPIERRE, 1982; MINAGRI, 1987)

- pluviométrie annuelle de 1300 mm à l'ouest et montant graduellement jusqu'à 2000 mm près de la Crête Zaïre-Nil;
- sols lourds dérivés de basalte, bien structurés avec composition granulométrique moyenne, suffisamment profonds, modérément acides mais de bonne valeur agronomique;
- la structure des sols fait qu'ils résistent bien à l'érosion pluviale mais les fortes pentes dans la partie est ainsi que les pluies abondantes prédisposent à des dangers d'érosion moyennement élevés.

A l'intérieur de cette région, nous n'avons pas observé de critère pertinent de sous-zonalisation si ce n'est la nuance entre la partie ouest adaptée aux cultures traditionnelles et au caféier et la partie est à climat plus doux convenant au théier et au quinquina.

2.3.1.2. Bords du Lac Kivu

Cette région est située le long du Lac Kivu de Cyangugu à Gisenyi et présente les caractéristiques suivantes (DELEPIERRE, 1982; MINAGRI, 1987)

- pluviométrie annuelle entre 1150 et 1300 mm par an, l'extrême-sud (Cyangugu) étant la plus arrosée et la région de Kibuye (face à la dépression dans la Crête Zaïre-Nil) étant la plus sèche;
- sols dérivés de phyllades et par endroits de granites et relativement fertiles dans les dépressions et les vallées;
- pentes abruptes et convexes sur beaucoup de collines avec des sols squelettiques à vocation pastorale ou forestière;

Tableau 13 : Caractéristiques des régions agricoles de la zone d'altitude moyenne

Région agricole	Altitude (m)	Pluviosité (mm)	Sols	Valeur agricole	Spéculation principales	Densité 78 (hab. par km ²)
Impara	1400 1700 1900	1300 1400 2000	Rouges Lourds dérivés de basalte	Bonne	Bananier, Haricot, Maïs, Sorgho, Patate douce, Manioc, Arachide, Café , Thé , Quinquina	359
Bord du Lac Kivu	1460 1600 1900	1150 1200 1300	Limono-Argileux superficiels	Excellente à Bugoyi-Kanage ; Bon ailleurs	Bananier, Haricot, Maïs, Sorgho, Patate douce, Arachide, Café	351
Olateau Central	1500 1700 1900	1100 1200 1300	Humifères divers	Bonne	Haricots, Sorgho, Maïs, Patate douce, Bnanier, Colocase, Igname, Café	316
Dorsale granitique	1400 1600 1700	1050 1100 1200	Légers graveleux	Moyenne à pauvre	Banane, Haricot , Sorgho, Maïs, Patate douce , Igname, Colocase, Arachide, Manioc, Café , Elevage	307
Plateau De l'Est	1400 1500 1800	900 950 1000	Latérisés	Moyenne (Nord) Bonne (Sud)	Haricot, Sorgho, Maïs, Baninier, Patate douce, Manioc, Arachide, Café	213

Source :_DELEPIERRE (1974, p. 24; 1982, p. 92)

Tableau 14 Répartition des régions agricoles d'altitude moyenne entre préfectures et communes respectives

76

Préfecture/Commune	%	Préfecture/Commune	%	Préfecture/Commune	%	Préfecture/Commune	%
Impara	-	Ruhashya	55	Kigali	-	Ntngwe	75
Cyangugu	-	Runyinya	100	Gikomero	5	Nyamabuye	100
Bugarama	5	Rusatira	5	Mbogo	75	Runda	45
Cyimbogo	100	Shyanda	50	Mugambazi	95	Rutobwe	60
Gafunzo	100	Byumba	-	Musasa	100	Taba	40
Gishoma	95	Buyoga	65	Rushashi	95	Tambwe	100
Gisuma	100	Kinyaami	15	Rutongo	100	PLATEAU DE L'EST	-
Kagano	30	Rutare	35	Shyorongi	85	Byumba	-
Kamembe	100	Tumba	5	Ruhengeri	-	Bwisige	60
Karengera	35	Gikongoro	-	Cyabingo	65	Giti	95
Nyakabuye	75	Karama	75	Gatonde	95	Gituza	35
BORD LAC KIVU	-	Karambo	15	Ndusu	75	Kinyami	15
Cyangugu	-	Kinyamakara	100	Nyakinama	15	Muhura	100
Gatare	40	Mubuga	30	Nyamutera	55	Murambi	15
Kagano	40	Muko	20	Nyarutovu	45	Ngarama	5
Kirambo	40	Musange	100	DORSAE GRANIT	-	Rutare	45
Gisenyi	-	Nyamagabe	5	Butare	-	Gitarama	-
Kanama	15	Ruhondo	100	KibayiMbazi Muganza	5	Runda	25
Kayove	80	Gisenyi	-	Mugusa	15	Kibungo	-
Nyamyumba	85	Gaseke	5	Muyira	35	Birenga	100
Kibuye	-	Giciye	20	Ndora	85	Kabarondo	95
Gishyita	90	Kibilira	95	Ntyazo	60	Kayonza	45
Gisovu	15	Ramba	25	Nyabisindu	85	Kigarama	85
Gitesi	50	Satinskyi	95	Nyaruhengeri	70	Mugesera	55
Mabanza	30	Gitarama	-	Ruhashya	90	Muhazi	100
Rutsiro	5	Buringa	95	Rusatira	45	Rukara	15
Rwamatamu	95	Kayenzi	35	Shyanda	45	Rukira	50
PLATEAU CENTRAL	-	Masango	35	Gitarama	95	Rusumo	50
Butare	-	Murama	5	Bulinga	50	Rutonde	100

Gishamvu	100	Mushubati	35	Kayenzi	-	Sake	35
Huye	100	Nyabikenke	100	Kigoma	5	Kigali	-
Kigembe	70	Nyakabanda	55	Masango	65	Bicumbi	95
Maraba	100	Runda	30	Mugina	100	Butamwa	100
Mbaazi	85	Rutobwe	40	Kigoma	65	Gokomero	95
Ndora	10	Taba	60	Masango	45	Gikoro	100
Ngoma	100	Kibuye	-	Mukingi	100	Kanombe	95
Nyabisindu	10	Bwakira	85	Murama	85	Mugambazi	5
Nyakizu	100	Kivumu	50	Musambira	100	Nyarugenge	100
Nyaruhengeri	50	Mwendo	50	Mushubati	65	Rubungo	100

Source : Adapté de MINAGRI (1989 b, p. 169)

- dangers d'érosion plus grands dans la partie plus haute de la région, qui est plus accidentée, et effets néfastes de l'érosion particulièrement apparents dans la partie centrale de Kibuye.

Trois sous-régions peuvent être distinguées

- 1° partie nord avec le Sud - Bugoyi et le Kanage : plus fertile et constituant le meilleur terroir caféicole du pays;
- 2° partie centrale avec Kibuye : moins productive et plus érodée; et
- 3° partie extrême-sud : plus arrosée et à fertilité relativement bonne.

2.3.1.3. Plateau central

Il s'agit d'une région très vaste étalée de part et d'autre des vallées de la Mukungwa, de la Nyabarongo et de Mwogo qui se présente comme suit (DELEPIERRE, 1982; MINAGRI, 1987)

- pluviométrie annuelle relativement moyenne (de 1100 à 1300 mm) ;
- réseau hydrographique très dense avec de larges vallées et nombreux petits marais;
 - **sols profonds, riches en humus et bien drainés avec une bonne valeur agricole; les sols formés sur des crêtes quartzo-schisteuses (comme à Gikongoro et à Butare) ont tendance à la latérisation tandis que les sols formés sur des matériaux granitiques sont tout au plus peu évolués, acides, avec une CEC faible et une tendance à l'accumulation d'humus;**
- pentes cultivées des collines excédant rarement 90 % (moins de 25 % des terres cultivées);
- risques d'érosion moyens mais couche humifiée à maintenir par un dispositif anti-érosif adéquat.

Il n'y a pas non plus de sous- zonalisation précise pour cette région mais nous pensons qu'il serait opportun de distinguer la partie sud avec sols argileux ou argilosableux, minces ou profonds, parfois graveleux, acides, moyennement fertiles et à relief moins accidenté, de la partie nord avec sols souvent argileux, rarement graveleux, profonds, moins fertiles et à relief plus accidenté avec des collines à versants plus longs et plus raides (AFRENA, 1988, pp. 56 et 57).

2. 3.1. 4. Plateau granitique

La région s'étend de part et d'autre de la route Kigali Butare de Runda à Rubona et présente les traits saillants suivants d'après DELEPIERRE (1982) et MINAGRI (1987)

- pluviométrie annuelle relativement moyenne à faible (de 1050 à 1200 mm);
- sols superficiels et graveleux d'origine granitique dont le potentiel agricole dépend de l'épaisseur de la couche humifère, présence de sable grossier et de squelette quartzueux fin, faible CEC, acidité élevée et faible capacité de rétention hydrique... donnant lieu à une valeur agricole moyenne à faible;
- **champs de culture principalement localisés sur les versants concaves des collines laissant les dos convexes et les sommets arrondis et graveleux aux pâturages; cultures traditionnelles d'altitude moyenne et manioc sur terrains sableux et arachide même sur terrains graveleux;**
- pentes douces (3.8 % seulement des pentes sont supérieures à 35 % sur champs cultivés) mais dangers d'érosion particulièrement grands à cause de la mince couche humifère, qui est facilement emportée, mais aussi du surpâturage.

2. 3. 1. 5. Plateau de l'Est

Cette région présente les moyennes d'altitude et de pluviométrie les plus petites de la zone d'altitude moyenne; elle est à cheval sur cette dernière zone et la zone de basse altitude mais vu certaines zones élevées de la région à Bwisige, à Gikomero, à Gikoro, à Rubungu, etc., nous avons préféré la garder dans les altitudes moyennes. Les caractéristiques de cette région sont les suivantes (DELEPIERRE, 1982; MINAGRI, 1987)

- prolongement naturel du Plateau central mais avec un climat plus aride (pluviométrie de 900 à 1000 mm);
- collines à larges sommets, couverts généralement par de bons sols humifères où prospèrent les bananiers; carapace latéritique affleurant (affleurements . rocheux) et sols graveleux ou caillouteux et peu profonds vers la rupture de pente; versants des collines arrondis souvent très raides et minces sols y associés convenant à l'élevage ou aux boisements...
- bonne valeur agricole malgré les limitations de fertilité dues à la faible disponibilité des bases d'échange.

Nous n'avons pas de distinction précise à relever au niveau microécologique mais nous croyons que la zone du Projet Kigali-Est est légèrement différente de la partie plus orientale de la région.

2. 3. 2. aractérisation agricole et socio-économique des systèmes d'altitude moyenne

A partir du point précédent, il est possible de regrouper des régions ou parties de région sur base de certains critères de ressemblance. Ainsi, on pourrait traiter ensemble : (i) Impara et Bords du Lac Kivu comme l'ont fait LEWIS et NYAMULINDA (1988); (ii) partie' sud du Plateau central et Dorsale granitique; ou (iii) les régions agricoles d'altitude moyenne sans le Plateau de l'Est considérées par l'AFRENA (1988) comme constituant le système de plateaux et de collines. Il nous semble opportun de partir d'une revue de quelques points communs au système de plateaux et de collines en général et à la zone de l'Impara et des Bords du Lac Kivu en particulier avant de passer à une description plus spécifique à chacune des régions de la grande catégorie d'altitude moyenne.

2. 3. 2. 1. uatre régions de plateaux et collines : Impara,, Bords du Lac Kivu. Plateau central et Dorsale granitique

A. résentation générale

Ces régions sont caractérisées par la présence du café comme culture de rente. La banane y est une culture à la fois vivrière et de rapport. Les autres cultures sont le haricot, la patate douce, le maïs, le manioc, le sorgho, la colocase, l'igname, le soja, etc.

Outre le caféier et les cultures vivrières ,le système comprend les cultures fruitières comme l'ananas, le passiflore, l'avocatier, le papayer, etc. L'élevage de bovins, ovins, caprins, porcins, volailles et lapins est pratiqué. Le bovin est plus important sur la Dorsale granitique et le Plateau Central et le caprin partout mais surtout sur les Bords du Lac Kivu où l'ovin et le porcine sont beaucoup moins importants qu'ailleurs. La pénurie qualitative et quantitative du fourrage sont une très grande contrainte surtout avec la disparition des pâturages naturels. L'élevage tend à la semi-stabulation et il est surtout important pour la production de fumier (AFRENA, 1988, pp. 45 et 61).

Ces régions sont fortement peuplées avec une densité moyenne souvent comprise entre 300 et 600 hab./km². L'habitat est dispersé sur les collines. Les cultures de case (légumes divers, bananiers, etc.) sont près du "rugo" et reçoivent régulièrement plus de déchets ménagers et de fumiers. Les autres champs peuvent être à proximité des bananiers ou éloignés du "rugo". Quelques légumineuses

occupent, avec le bananier, une place privilégiée dans l'exploitation par leur emplacement près du "rugo". Plus loin du "rugo", les légumineuses et les céréales occupent des terrains relativement riches tandis que les tubercules sont cultivés sur sols pauvres (AFRENA, 1988, pp. 57 et 58).

La topographie peut également jouer un certain rôle dans l'allocation des champs aux cultures. Dans les régions de l'Impara et des Bords du Lac Kivu, ce facteur semble moins mportant pour le bananier et le caféier qui se retrouvent aussi bien à des pentes fortes ou même prohibitives qu'à des pentes modérées ou faibles. Par contre, les champs de manioc sont concentrés sur les fortes pentes plus susceptibles à l'érosion. Une allocation optimale des cultures exigerait que des cultures

dégradantes (à valeur c élevée) comme le manioc soient plutôt réservées aux faibles pentes et que les cultures couvrantes (à valeur c faible) comme le bananier soient pratiquées sur de fortes pentes avec la réserve que la densité de plantation pour le bananier devrait être plus grande si on pratique l'éclaircie de façon à prévenir des pertes de terres dues à la diminution de la protection du sol contre l'impact direct des pluies (LEWIS et NYAMULINDA, 1988, pp. 143-149).

Les cultures industrielles, dont les plus importantes sont le caféier et le quinquina, sont menées en culture pure et le caféier est paillé. Les autres cultures sont soit pures soit associées souvent sous bananeraie. La superficie en association est légèrement plus grande qu'en pur. Les associations les plus fréquentes sont avec le bananier surtout haricot/banane. L'association haricot/maïs est plus pratiquée en première saison tandis que l'association sorgho/maïs est plus importante en deuxième saison. Les cultures pures les plus importantes sont celles de bananier, de caféier, de manioc et de patate douce (AFRENA, 1988, p. 58).

La rotation pratiquée est ternaire (tubercules légumineuses-céréales) ou binaire (légumineuses-céréales ou tubercules-légumineuses). Le système connaît peu de jachères qui, quand elles existent, ne sont que de courte durée (quelques mois) ou correspondent à des terrains quasi-improductifs. Le fumier et le compost sont utilisés mais en quantités insuffisantes. Les engrais chimiques et la chaux (pour les parties acides) sont peu connus ou se heurtent au problème du faible revenu des agriculteurs comme ailleurs dans le pays (AFRENA, 1988, p. 19).

S'agissant de la lutte anti-érosive, les travaux sont bien développés en ce qui concerne les fossés isohypses (protégés ou non par des cultures fourragères de Setaria, Trypsacum, Pennisetum et Vetiver) ou les haies vives seules (AFRENA/ISAR, 1988, p. 59).

Le degré d'exposition est moyen à élevé les pertes de terres estimées par le MINAGRI/SESA étant plus élevées que la moyenne du pays pour l'Impara (11.3 81

t/ha) et les Bords du Lac Kivu (12.0 t/ha) et assez élevées pour le Plateau central (8.8 t/ha) et la Dorsale granitique (6.2 t/ha) (MINAGRI/SESA cité par NGENZI, 1989).

Quant aux ligneux, les espèces sont très variées mais Eucalyptus est le genre dominant suivi de Cupressus lusitanica, Acacia mearnsii, Markhamia sp., Ficus sp., Persea americana, Grevillea robusta, Pinus sp. et d'autres espèces moins abondantes telles que Erythrina sp, Dracaena sp., Euphorbia sp., Callitris sp., Polyscias fulva, etc.

Les arbres ne sont pas intégrés dans les champs sauf parfois les arbres fruitiers et quelques autres espèces comme Markhamia sp.; ils se retrouvent plutôt dans de petits boisements isolés, autour des maisons ou dispersés sur les terres de l'exploitation.

Nombreuses espèces se prêtant à une utilisation agroforestière sont, en plus de celles qui *viennent* d'être citées, essayées ou vulgarisées par les Projets PAP, PIASP, Kigali-Nord, PASI, DGB, etc. sans oublier le Projet RRAM

pour la partie du Plateau central représentée par Nyarutovu ; ces espèces sont principalement citées par EGLI et RAQUET (1985, pp. 253 et 254) et AFRENA (1988, pp. 44 et 47) . Acacia albida, A. melanoxylon, Acrocarpus fraxinifolius, Albizia chilensis, A. gummifera, Cajanus cajan, Calliandra calothyrsus, Cassia occidentalis, spectabilis, C. siamea, Calpurnea sp., Casuarina equisetifolia, Cedrella serrata, C. odorata, Croton macrostachyus, C. megalocarpus, Crotalaria sp., Entada abvssinica, Entandrophragma excelsum, Gliricidia maculata, Morus alba, itragyna rubrostipulosa, Newtonia buchanii, Myrianthus holstii, Podocarpus usambarensis, Sesbania Sesban, S. macrantha, Spathodea campanulata, Tephrosia sp., Vernonia amyadalina, etc.

En plus des services habituels entre autres ceux relatifs au bois de feu, au bois d'œuvre, et à l'amélioration de la fertilité des sols ou à la lutte anti-érosive déjà signalés pour la zone de haute altitude, les espèces d'arbres ou arbustes présentées ici doivent être testées pour leur intégration spécifique aux parcelles caféière et bananière (qui sont importantes dans les 4 régions étudiées) particulièrement en ce qui concerne la conservation de l'humidité du sol et l'ombrage.

B. Éléments spécifiques à chaque région

B1. Impara

Il importe de souligner que les cultures industrielles occupent une place importante dans le système de production de l'Impara. Le thé et la canne à sucre se retrouvent seulement dans les bas-fonds sur une petite superficie et sont moins importants que le café et le quinquina. Les champs de caféier sont loin du "rugo" et des routes et reçoivent le paillis constitué par les feuilles de bananier et résidus de végétaux divers ; mais ce mulching nest pas très répandu même s'il est connu depuis longtemps.

Le quinquina, de son côté, est de moins en moins pratiqué car le prix a beaucoup chuté ; il est installé sur des zones à forte pente qui pourraient difficilement trouver une autre utilisation (DELEPIERRE, 1982 ; MINAGRIL, 1987)

La région est très peuplée : mise à part la commune de Karengera qui compte 226 hab./km², la densité varie de 344 à 627 hab./km². Les besoins caloriques sont couverts à un taux allant de 83 % pour Gafunzo et Karengera à 119 % pour Nyakabuye tandis que le taux de couverture protéique va de 61 % pour Gafunzo à 86 % pour Cyimbogo et Nyakabuye (MINAGRI, 1989 b, pp. 3-5 et 14-16). La situation nutritionnelle peut être qualifiée de relativement bonne en général mais assez précaire en termes protéiques pour certaines communes.

Concernant la valorisation du travail, le tableau 15 montre qu'elle est très bonne aussi bien en termes absolus (210 et 178 F/HJ) qu'en termes relatifs (164 et 139 %) malgré le coût d'opportunité du travail élevé (128 F/HJ). En effet, la région bénéficie d'un bon climat permettant de pratiquer la plupart de toutes les cultures rencontrées au Rwanda avec de bons rendements. De plus, les prix au producteur semblent relativement élevés dû probablement à une forte demande locale (dont la ville de Kamembe) sans forte concurrence de produits venant d'autres régions ou des pays

voisins. Quant à la disponibilité de main-d'œuvre, la force de travail familiale représente 2.4 actifs soit 720 HJ par an dont il convient de déduire.

- 282.5 HJ pour l'agro-système "cultures" et la LAE y relative;
- environ 31.5 HJ de LAE sur les champs restants : 0.4 sur le 0.3 are d'autres champs cultivés et 31.1 sur les 19.0 ares de champs non cultivés (0.3 % de 0 à 5 degrés, 33.1 % de 5 à 20 degrés et 66.6 % de plus de 20 degrés);
- environ 25 HJ pour l'élevage (UNR et MINIFINECO, 1989 b, p. 15);
- environ 111 HJ pour les emplois en dehors de l'exploitation (MINAGRI/GTZ, 1987, p. 103), faisant un total de 450 HJ, pour garder environ 270 HJ affectés à d'autres activités. La main-d'œuvre est donc abondante mais son coût d'opportunité reste élevé; il nous semble que l'agriculture y étant encore productive, l'on est obligé de payer un salaire élevé pour les activités non agricoles ou hors exploitation pour obliger les ouvriers à quitter l'agriculture. De plus, les périodes de pointe de travail dues à l'étroitesse de la période convenable pour les opérations de cultures ou de récolte introduisent une certaine rareté de la main-d'œuvre.

Tableau 15. Productivité du travail dans un agro-système "cultures" traditionnel de

Culture ou activité LAE	Superficie par saison		Rendement par saison (t/ha)	Prix au producteur (F/k)	Produit brut annuel : PB (F)	Temps de travaux (HJ)
	%	ares				
Banane	17.2	8.5	9.4	12.0	19 176	
Patate douce	9.0	4.4	8.0	9.0	6 336	
Manioc	22.5	11.1	2.1	6.9	3 217	
Colocase	7.1	3.5	5.0	13.0	4 550	
Petit pois	2.4	1.2	6.0	42.0	6 048	
Haricot	28.8	14.2	0.5	28.0	3 976	
Sorgho	0.2	0.1	1.3	26.0	68	
Mais	9.8	4.8	1.3	16.0	1 997	
Arachide	0.6	0.3	0.6	71.0	256	
Soia	1.8	0.9	0.2	32.0	6	
Pomme de terre	0.6	0.3	22.9	16.0	2 198	
Cult. vivr. (CV)	100.0	49.3	-	-	47 768	197.2
Café	86.5	6.4	0.8	125.0	12 800	15.4
Quinquina	12.2	0.9	0.5	47.5	428	3.6
Thé	1.3	0.1	2.5	15.0	60	0.6
Cult. industr. (ci)	100.0	7.4	-	-	13 228	19.6
LAE 0-5 degrés	11.6	6.6	-	-	-	3.1
LAE 5-20 degrés	73.7	41.8	-	-	-	46.8
LAE >20 de grés	14.7	8.3	-	-	-	15.8
TOTAL LAE	100.0	56.7	-	-	-	65.7
TOTAL CV+CI (1)/LAE	100.0	56.7	-	-	+ 60 996	282.5
Coût intrants intermédiaires					- 105	
• Pomme de terre : 0.003 ha x 2 saisons x 17 500 F						
• Autres cultures vivrières (forfait)					- 1 500	
Sous-total (1)					- 1 605	
(Coût REVENU BRUT RB = PB - (1)					+ 59 391	
Coût d'amortissement du capital					- 8 505	
• Terre : 0.567 ha x 15 000 F/an						
• Matériel et outillage forfait					- 500	
Sous-total 2					- 9 005	
COUT TOTAL C = 1 + 2					- 10 610	
REVENU DU TRAVAIL RT = PB - C ou RB - 2					+ 50 386	
COUT DU TRAVAIL (CT : 282.5 HJ ou en valeur : 282.5 x 128 F)						31 160
PRODUCTIVITE DU TRAVAIL:						
• BRUTE (RB/CT) : Absolue : 210 F/HJ; Relative : 1.64 F/F (164 %)						
• NETTE (RT/CT) : Absolue : 178 F/HJ; Relative : 1.39 F/F (139 %)						

Nota : (i) Ajouter 0.3 are d'autres cultures non considérées pour retrouver la superficie cultivée de 57.0 ares présentée au tableau 6.

Source : Notre adaptation des données de diverses sources citées plus haut (2.2.2.1)

B2. Bords du Lac Kivu

Cette région est également connue pour la culture du caféier qui y bénéficie du mulching, du fumier et, dans certains cas, d'engrais minéraux. Le thé, le quinquina et la canne à sucre s'y retrouvent également de façon secondaire.

La région a une densité démographique élevée variant généralement entre 341 et 466 hab./km² mais plus basse pour Kirambo (193) et Mabanza (287) et plus élevée pour Nyamyumba (581). Les besoins nutritionnels ont un taux de couverture de 79 % pour Gishyita à 122 % pour Kayove sur le plan calorique et de 64 pour Kagano à 108 pour Kayove sur le plan protéique, d'où une situation générale relativement bonne mais assez inquiétante pour Kirambo, Rwamatamu, Gishyita et Mabanza, les trois dernières se retrouvant précisément dans la zone centrale de Kibuye qui a déjà été identifiée comme la plus défavorisée de la région (MINAGRI, 1989 b, pp. 3-5 et 14-16).

La productivité du travail dans un agro - système moyen de cette région est estimée au tableau 16; elle est bonne en termes absolus (158 et 127 F/HJ) et exceptionnellement élevée en termes relatifs (396 et 316 %) à cause du coût d'opportunité très bas de 40 F/HJ. S'agissant de la disponibilité de main-d'œuvre, le nombre d'actifs est de 2.5 soit 750 HJ par an dont on soustrait

- 252.6 HJ utilisés pour l'agro-système "cultures" considéré;
- 29.6 HJ pour la LAE effectuée sur les champs non considérés : 1.2 HJ pour le 0.9 are d'autres champs cultivés et 28.4 HJ pour les 17.0 ares de champs non cultivés;
- 36.0 HJ pour l'élevage (UNR et MINIFINECO, 1989 b, p. 15);
- 103.9 HJ pour les emplois hors exploitation (MINAGRI/GTZ, 1987, pp. 104-108), faisant un total de 422 HJ, pour garder 328 HJ. Cette main-d'œuvre restante est abondante et laisse encore une grande place à l'intensification du travail puisque les opportunités d'emplois hors exploitation sont limitées.

B3. Plateau central

Les caractéristiques spécifiques à cette région sont issues de la visite des Projets Kigali-Nord et de quelques documents disponibles sur la préfecture de Butare pour la zone des Projets DGB et PAP. Certains traits de la zone moins élevée de la Crête Zaïre-Nil que nous. avons déjà soulignés sont dans une certaine mesure valables pour le Plateau central. Le sud de la zone du Projet IPV (Satinskyi et Kibilira) appartient aussi à la région du Plateau central.

Tableau 16 : Productivité du travail dans Un agro-système "cultures" traditionnel des Bords du Lac Kivu (base 1986)

Culture ou activité LAE	Superficie par saison		rendement par saison (t/ha)	producteur (F/kg)	brut annuel : (F)	Temps de travaux (HJ)
		ares				
Banane	28.8	12.2	5.3	10.8	13 967	
Patate douce	13.8	5.9	7.3	8.5	7 322	
Manioc	11.2	4.7	3.7	7.2	2 504	
Colocase	3.3	1.4	5.0	13.8	1 932	
Igname	0.3	0.1	6.0	14.8	178	
Petit pois	2.4	1.0	0.4	33.8	270	
Haricot	24.0	10.2	0.6	24.9	3 048	
Sorgho	9.0	3.8	0.8	27.7	1 684	
Maïs	4.0	1.7	1.3	14.0	619	
Arachide	0.8	0.3	0.5	86.4	259	
Soja	2.1	0.9	0.4	31.0	223	
Pomme de terre	0.3	0.1	4.4	10.9	96	
Cult. vivr. (CV)	100.0	42.3	-	-	32 102	169.2
Café	92.3	7.2	0.5	125.0	9 000	17.2
Thé	2.6	0.2	2.5	15.0	150	1.2
Canne à sucre	2.6	0.2	2.0	16.0	128	0.1
Quinquina	2.5	0.2	0.5	47.5	95	0.8
Cult. industr. (CI)	100.0	7.8	-	-	9 373	19.3
LAE 0-5 degrés	9.9	5.0	-	-	-	2.4
LAE 5-20 degrés	61.4	30.8	-	-	-	34.5
LAE >20 degrés	28.7	14.3	-	-	-	27.2
TOTAL LAE	100.0	50.1	-	-	-	64.1
TOTAL CV+CI (i)	100.0	50.1	-	-	+ 41 475	252.6
Coût intrants intermédiaires					- 1 500	
• Cultures vivrières (forfait)						
Sous-total (1)					- 1 500	
REVENU BRUT [RB = PB - (1)]					+ 39 975	
Coût d'amortissement du capital					- 7 515	
• Terre : 0.501 ha x 15 000 F/an						
• Matériel et outillage (forfait)					- 500	
Sous-total (2)					- 8 015	
COUT TOTAL C = (1) + (2)					- 9	
REVENU DU TRAVAIL [RT = PB - C ou RB - (2)]					31 960	
COUT DU TRAVAIL (CT : 252.6 HJ ou en valeur : 252.6 x 40 F)						10 104
PRODUCTIVITE DU TRAVAIL						
• BRUTE (RB/CT) : Absolue : 158 F/HJ; Relative : 3.96 F/F (396 %)						
• NETTE (RT/CT) : Absolue : 127 F/HJ; Relative : 3.16 F/F (316 %)						

Nota : (i) _Ajouter 0.9 are d'autres cultures non considérées pour retrouver la superficie cultivée de 51.0 ares présentée au tableau 6.

Source : Notre adaptation des données de diverses sources citées plus haut

Le Projet Kigali-Nord que nous avons visité oeuvre dans la partie nord de cette région pour deux communes, Rushashi et Musasa, la troisième, Tare, se trouvant dans la région des Hautes terres du Buberuka. Le Projet pourra s'occuper de la commune de Shyorongi qui fait également partie du Plateau central.

Outre donc la commune Tare qui constitue la zone de haute altitude du Projet, la zone restante est subdivisée en deux zones dites de "moyenne" et de "basse" altitude mais que nous traiterons ensemble comme zones d'altitude moyenne.

La meilleure rotation dans cette zone est la suivante Tubercules (patate douce) - Céréales (sorgho ou maïs) - Légumineuses (haricot volubile ou soja) - Céréales (sorgho ou maïs).

Les techniques culturales pratiquées sont plus ou moins classiques. L'association de cultures la plus recommandée est l'association haricot volubile Bananier (éclairci), l'indice foliaire élevé du haricot montrant qu'il protège suffisamment le sol. Le labour pratiqué est classique mais le labour en grosses mottes est envisageable.

Les cultures de bananier et de caféier y sont assez importantes. Le bananier assure une bonne couverture du sol. Le caféier souffre de l'insuffisance du paillage; la couverture vivante pourrait permettre d'éviter le paillage sur au moins une saison et la fertilisation minérale est envisageable mais il faut attendre les résultats des recherches menées à l'ISAR.

S'agissant de la fertilisation, les éléments suivants peuvent être notés :

- le soja est une culture en pleine expansion et il reçoit 100 kg/ha de DAP et 40 gr/are d'inoculum de Rhizobium acheté à 25 F à l'ISAR et vendu subventionné au paysan à 20 F le sachet;

- la fumure organique est d'une importance capitale beaucoup d'exploitations pratiquent l'élevage et possèdent des étables fumières. Une enquête légère effectuée par le Projet (MINAGRI/PKN, 1989) a révélé que près de 90 % des exploitants possédaient au moins l'une des trois principales espèces (bovins, ovins et caprins) : 42 % avaient des bovins, 41 % des ovins et 56 % des caprins. Certains agriculteurs installent déjà leurs étables dans le champ plus loin du "rugo" pour contourner le problème de transport du fumier. S'agissant des cultures fourragères,

peu d'exploitations possèdent des champs fourragers. Ces derniers sont peuplés de Pennisetum (French Cameroon) ou de Trypsacum. Une partie des fourrages est obtenue des haies vives de Pennisetum ou de Setaria installées dans le cadre de la lutte anti-érosive.

- On constate une bonne consommation d'engrais minéraux dans la zone du Projet surtout sur la pomme de terre et le haricot volubile mais aussi sur des cultures non traditionnellement fumées comme les courges, la colocase, le bananier, le caféier ou même l'éleusine. Les engrais sont actuellement vendus à 30 F le kg au paysan mais leur limite de rentabilité pourrait même aller jusqu'à 45 F. Une agricultrice nous l'a effectivement confirmé en nous disant qu'elle trouverait encore juste un prix de 50 F mais qu'elle est limitée

par des problèmes financiers. Il y a donc un certain attrait pour les engrais contrairement à la situation qui prévalait en 1985 où le paysan considérait que la seule source de fertilité est le fumier et que l'engrais brûle le sol (ROLLIN, 1989, p. 8). Aucun facteur favorisant autre que l'encadrement technique et les essais de démonstration ne semble expliquer cet attrait pour les engrais. Le Projet parvient à vendre 15 t d'engrais par an et les bureaux de secteur administratif servent de point de vente.

Concernant la lutte contre l'érosion, le système traditionnel utilisant les fossés et les haies vives de Pennisetum et Setaria notamment est prédominant. Les terrasses radicales sont encore mal connues et très peu d'agriculteurs les ont expérimentées. On craint les éboulements qui s'observent dans la région mais 20 terrasses construites il y a 5 ans par un agriculteur (et encore intactes) nous ont été rapportées; il serait donc opportun d'étudier les conditions spécifiques des exploitations pour voir si les terrasses radicales y sont appropriées.

L'espèce agroforestière la plus rencontrée est Grevillea robusta qui donne des tuteurs et du bois de chauffe sans beaucoup épuiser le sol. D'autres espèces connues sont celles des genres Leucaena, Sesbania et Calliandra. A noter que Leucaena a l'inconvénient de ne pas croître rapidement. Des essais d'engrais verts sont également effectués avec le lupin, Crotalaria, l'avoine et la vesce; on les préconise surtout au niveau des groupements. Par ailleurs, le paysan du Bumbogo, surtout en commune Musasa, préfère les arbres d'Eucalyptus ou de Grevillea aux petits arbustes car ils donnent principalement du bois pour cuire les briques.

Quant aux aspects socio-économiques, il conviendra de noter le début de l'intégration agricole à l'économie marchande par l'approvisionnement en intrants que nous avons déjà souligné. S'agissant des produits, un fort degré d'autoconsommation subsiste principalement pour le sorgho, le maïs et le haricot volubile; la pomme de terre et le blé sont autant autoconsommés que vendus sauf au niveau des inter-groupements qui vendent toute leur production.

Nous passons la zone centrale correspondant à quelques communes de Gisenyi (Satinskyi et Kibilira), de Kibuye (Kivumu et Bwakira). Gitarama (Nyabikenke, Bulinga et Masango) et de Gikongoro (Rukondo, Karama et Kinyamakara) pour présenter brièvement la zone se trouvant à l'extrême sud, en préfecture de Butare.

Cette zone est représentée par la totalité de l'agrosystème de Nyaruguru et de la partie ouest de l'agro-système du Bwanamukari (la partie est revenant à la Dorsale granitique) qui ont été décrits par BLOND (1990) au Projet PASA/DGB II.

Dans la partie de la zone du Projet DGB revenant au Plateau central, l'agro-système de Nyaruguru touche principalement les communes Nyakizu, Runyinya, Kigembe et Gishamvu tandis que celui du Bwanamukari touche les deux dernières communes du premier agro-système en plus de Huye, Ngoma, Nyaruhengeri, Mbazi et Ruhashya.

Au Nyaruguru, la superficie disponible est élevée (1.2 ha) mais la surface récoltée est réduite (0,67 ha). La population active familiale est forte sur les exploitations vu l'éloignement du centre urbain de Butare, qui pouvait attirer les travailleurs masculins; d'où un fort taux de chômage déguisé.

L'agro-système de Nyaruguru doit bénéficier de plus d'attention quant à la disponibilisation du fumier qui est possible grâce à l'amélioration de l'élevage bovin traditionnel avec la race Ankolé par l'encouragement de la semi-stabulation.

La pratique du chaulage est, vu la difficulté d'appliquer des doses très importantes de fumier, la clé de l'amélioration de la fertilité des sols de Nyaruguru acides et à forte toxicité aluminique.

Le système cultural de base est actuellement constitué de tubercules (patate douce et manioc), légumineuses (haricot nain et petit pois) et céréales (sorgho et, assez rarement, éleusine). Ce système doit évoluer dans le cadre d'une intensification recourant notamment à un chaulage significatif et des cultures comme la pomme de terre, le haricot volubile, le soja, le blé et le tournesol sont à promouvoir. L'introduction de la pomme de terre (notamment en commune Runyinya) et du blé, qui ont l'avantage d'être des spéculations à la fois vivrières et rente, connaît déjà un grand succès mis à part le problème de disponibilité des semences qu'on tente de résoudre par la promotion de groupements de producteurs de semences. Le haricot volubile se substituera avantageusement au nain à condition de respecter les conditions de semis en ligne, de fumure organo-minérale localisée, de tuteurs, etc.

L'agroforesterie sera encouragée avec l'introduction des essences telles que Sesbania, Alnus, Morus, Ficus, etc. à vocation multiple (fourrage, tuteurs...)

L'agro-système du Bwanamukari correspond davantage à la description générale faite du Plateau central avec, entre autres cultures importantes, le bananier, le caféier et l'avocatier qu'il ne faudrait pas négliger dans le processus d'intensification. Le système traditionnel comprend la patate douce, éventuellement le manioc, le haricot nain, le sorgho et l'arachide. Un système amélioré porterait sur l'intensification de la patate douce, du manioc et de l'arachide et sur l'introduction ou l'extension du soja, du haricot volubile ou du tournesol. Un tel système incluerait également l'intensification de l'élevage.

L'agro-système du Bwanamukari connaît déjà un fort taux d'utilisation des terres et donc une extrême rareté des jachères. La population active sur les exploitations est forte mais l'on assiste à un important absentéisme masculin dû aux opportunités de main-d'œuvre salariée (offertes par le centre urbain de Butare) qui concurrencent l'agriculture. Néanmoins, un taux de chômage élevé subsiste.

En ce qui concerne la fertilisation minérale, les essais menés par le Projet DGB donnent des résultats intéressants (ratios valeur/coût supérieurs à 2 et pouvant aller jusqu'à 10) pour la patate douce, la pomme de terre, le soja et le haricot volubile et le blé mais moins évidents pour le petit pois et le sorgho.

Après la connaissance des zones d'action de ces deux projets opérant l'un au nord et l'autre au sud de la région du Plateau central, il convient de parler de la situation

démographique, nutritionnelle et de valorisation du travail pour l'ensemble de la région.

La région a une densité démographique allant de 245 pour Mwendo et Musange à 681 hab./km² pour Mbazi. Le taux de couverture calorique à partir des produits vivriers est assez variable avec des valeurs faibles de 52 % pour Huye et entre 60 et 80 % pour une dizaine de communes, des valeurs moyennes entre 80 et 100 % pour une vingtaine, et des valeurs élevées de plus de 100 % pour une dizaine. Le taux de couverture des besoins protéiques est moyen à bas dans l'ensemble : 5 communes avec plus de 100 %, 16 communes entre 80 et 100 % et 20 entre 50 et 80 %; il est très bas pour Huye avec 41 %. La satisfaction des besoins alimentaires est donc précaire sur une importante partie du Plateau Central (MINAGRI, 1989 b, pp. 3-5 et 14-16).

La productivité du travail estimée au tableau 17 dans un agro-système moyen de cette région est relativement bonne aussi bien en HJ/ha (146 et 116) qu'en % (180 et 144). Le coût d'opportunité du travail (81 F/HJ) correspond à peu près au salaire agricole normalement pratiqué dans la région.

Quant à la disponibilité de la main-d'oeuvre, le nombre d'actifs est de 2.5 correspondant à 750 HJ dont on utilise :

- 294.1 HJ pour l'agro-système "cultures" et la LAE y relative;
- 51.9 HJ pour la LAE sur les autres champs dont 1.1 HJ pour ceux cultivés (0.9 are) et 50.8 HJ pour ceux non cultivés (36.0 ares);
- 141.0 HJ pour l'élevage (UNR et MINIFINECO, 1989 b, p. 15) ; et
- 86.1 HJ pour les emplois en dehors de l'exploitation (MINAGRI/GTZ, 1987 moyenne pondérée pour toutes les préfectures touchées les principales étant Gitarama, Kigali et Butare), soit au total 573 HJ, pour garder 177 HJ pour d'autres activités. L'excédent de main-d'œuvre est donc important. Toutefois l'intensification de la main-d'œuvre devra être accompagnée d'une intensification d'autres facteurs notamment de l'élevage et donc du fumier, des engrais et de chaux pour les quelques zones à sols acides.

B4. Dorsale granitique

Il faut rappeler que la partie est de l'agrosystème du Bwanamukari décrit plus haut appartient à cette région. On peut donc se référer à ce qui a été dit sur cet agro-système.

La contrainte majeure de la Dorsale granitique est la faible fertilité des sols et leur susceptibilité à l'érosion malgré les collines peu accentuées et les pentes assez douces. Il convient donc de noter que la norme fixée au tableau 18 pour les temps de travaux sur base du simple degré de pente est légèrement sous-estimée.

Tableau 17. Productivité du travail dans un aaro-système "cultures" traditionnel du Plateau central (base 1986)

Culture ou activité LAE	Superficie par saison		Rendement par saison (t/ha)	Prix au producteur (F/k ^g)	Produit brut annuel : PB (F)	Temps de travaux (HJ)
		ares				
Banane	25.8	13.1	6.4	12.4	20 792	
Patate douce	18.0	9.1	5.9	7.0	7 517	
Manioc	14.6	7.4	3.0	7.4	3 286	
Colocase	0.5	0.3	5.5	12.9	426	
Petit pois	1.6	0.8	0.5	35.2	282	
Haricot	21.1	10.7	0.8	23.0	3 938	
Sorgho	11.9	6.1	1.0	18.8	2 294	
Mais	5.4	2.7	0.7	15.7	593	
Arachide	0.4	0.2	0.5	82.6	165	
Soia	0.3	0.2	0.6	30.8	739	
Pomme de terre	0.4	0.2	4.3	11.7	201	
Cult. vivr. (CV)	100.0	50.8	-	-	40 233	220.4
Café	97.7	4.2	0.4	125.0	4 200	8.4
Quinquina	2.3	0.1	0.5	47.5	48	0.4
Cult. industr. (ci)	100.0	4.3	-	-	4 248	8.8
LAE 0-5 degrés	18.9	10.4	-	-	-	4.9
LAE 5-20 degrés	58.1	32.0	-	-	-	35.9
LAE >20 degrés	23.0	12.7	-	-	-	24.1
TOTAL LAE	100.0	55.1	-	-	-	64.9
TOTAL CV+CI	100.0	55.1	-	-	+ 44 481	294.1
Coût intrants intermédiaires • Cultures vivrières (forfait)					- 1 500	
Sous-total (1)					- 1 500	
REVENU BRUT RB = PB - (1)]					+ 42	
Coût d'amortissement du capital					- 8	
• Terre : 0.551 ha x 15 000 F/an					265	
• Matériel et outillage (forfait)					-	
Sous-total 2					- 8	
COUT TOTAL C = 1 + 2					- 10	
REVENU DU TRAVAIL RT = PB - C ou RB - (2					+ 34	
COUT DU TRAVAIL CT : 294.1 HJ ou en valeur : 294.1 x et F)						23 822
PRODUCTIVITE DU TRAVAIL						
• BRUTE (RB/CT) : Absolue : 146 F/HJ; Relative : 1.80 F/F (180						
• NETTE (RT/CT) : Absolue : 116 F/HJ; Relative : 1.44 F/F (144 %)						

Nota : (i) Ajouter 0.9 are d'autres cultures non considérées pour retrouver la superficie cultivée de 56.0 ares présentée au tableau 6.

Source : Notre adaptation des données de diverses sources citées plus haut (2.2.2.1)

Dans cette région, on rencontre toutes les cultures vivrières adaptées aux conditions d'altitude moyenne mais aucune culture ne s'y prête optimalement à cause de la faible fertilité des sols (surtout par manque de matière organique) et des irrégularités des pluies. L'arachide y occupe une place relativement importante dans les parties les plus basses de la région (MINAGRI/GTZ, 1987, pp. 83 et 84).

Une partie de la Dorsale granitique constitue la principale zone d'action du Projet PAP de Nyabisindu où PREISLER et BENNET (1987) ont réalisé une étude économique comparative entre l'agriculture traditionnelle et une agriculture améliorée dite "adaptée aux conditions du milieu (ACM)". Cette dernière s'occupe de l'entretien et de l'exploitation économique de lignes anti-érosives, de la culture d'engrais verts, de la fertilisation par application de compost, de fumier de ferme et de pailles..., de la pratique de cultures associées et de l'intégration de l'élevage et des cultures fourragères.

S'agissant particulièrement de l'agroforesterie, l'étude rapporte que la présence d'arbres sur le champ exerce des effets largement positifs sur les cultures associées mais qu'elle peut induire des pertes de rendement chez le haricot d'après NEUMANN et PIETROWICZ (1985). Quant aux engrais verts, leur rentabilité dépend principalement des possibilités d'utiliser rationnellement le bois de feu obtenu sans quoi le système ne présenterait aucune supériorité relative par rapport aux systèmes traditionnels. L'activité compost, elle, présente une marge brute et une rémunération du travail intéressantes (PREISLER et BENNET, 1987, pp. 80, 95 et 100).

Dans l'agriculture traditionnelle, le bétail est considéré comme un capital de réserve; dans l'agriculture ACM le bétail sert en même temps à enrichir le sol en humus et donc à en augmenter la fertilité. La diminution des surfaces de pâturage force certaines exploitations à pratiquer l'élevage en stabulation mais les plus petites exploitations ne disposent pas de moyens d'investissement (achat du bétail, construction d'une bonne étable...) ni de suffisamment de surface fourragère. Une alternative intéressante est l'agroforesterie. Seulement, là où elle est possible, la stabulation permet d'une façon générale de diminuer la charge de travail mais le coût d'opportunité du travail supplémentaire et de la superficie réservée éventuellement aux cultures fourragères doit être supérieur à la somme des gains de rendements des cultures (par le fumier) et de production de lait espérés, ce qui n'est pas toujours évident. Concernant les cultures d'engrais verts, on assiste soit à une diminution soit à une augmentation de la charge de travail selon la saison (PREISLER et BENNET, 1987, p. 111).

Cette étude montre que l'ACM est une voie intéressante qui est ouverte pour répondre aux objectifs de minimisation des risques et de maximisation de la production alimentaire ou des revenus monétaires des paysans pauvres d'une région telle que la Dorsale granitique; elle reconnaît quelques limitations de cette approche et le manque de données suffisantes pour un jugement micro-économique solide.

Concernant les aspects démographiques et de couverture des besoins nutritionnels à partir des productions vivrières, les données du MINAGRI (1989 b, pp. 3-5 et 14-16) nous apprennent que :

- la densité démographique des communes de la région se trouve plus souvent entre 313 hab./km² pour Mushubati et 556 pour Nyaruhengeri, les valeurs plus basses en dehors de cette intervalle se trouvant à Ntongwe (167), Mugina (241) et Runda (266) qui ne sont couvertes que partiellement par la Dorsale granitique de même que pour la commune de Shyanda à valeur plus forte (661);

- le taux de couverture des besoins caloriques n'est inférieur à 80 % que pour 4 communes (Nyabisindu, Kayenzi, Mukingi et Rutobwe), se trouve entre 80 et 100 % pour 5 communes et dépasse 100 % pour la majorité des communes (une quinzaine).

Le taux de couverture protéique est compris entre 50 et 80 % pour 9 communes, entre 80 et 100 % pour 4 communes et entre 100 et 153 % pour 10 communes. La situation est donc très variable mais bonne pour plus de la moitié des communes de la région.

La productivité du travail estimée au tableau 18 est très bonne (154 et 122 F/HJ et 217 et 172 %) mais nous nous souviendrons que le calcul des exigences en temps de travaux de lutte anti-érosive n'a pas tenu compte de la susceptibilité des sols mais seulement de la pente, ce qui a pu conduire à une sous-estimation. Toutefois, cette productivité restera élevée à cause d'un assez bon niveau de production et d'un coût d'opportunité relativement faible pour le travail (71 F/HJ). Concernant la disponibilité du travail, nous avons 780 HJ par an (2.6 actifs) dont nous devons déduire

- 273.2 HJ pour les cultures et la lutte anti-érosive y relative;

- 41.6 HJ pour la LAE sur les autres champs : 0.4 HJ sur le 0.4 are d'autres champs cultivés et 41.2 HJ sur les 35.0 ares de champs non cultivés;

- 93 HJ pour l'élevage (UNR et MINIFINECO, 1989 b, p. 15);

- 80 HJ pour les activités en dehors de l'exploitation (MINAGRI/GTZ, 1987, pp. 101 et 106). soit un total en réduction de 488 HJ, pour garder 292 HJ. La main-d'œuvre est donc abondante et pourrait servir davantage pour une intensification de la lutte anti-érosive et d'autres activités culturelles sans pour autant ignorer le rôle d'autres intrants. Etant donné la faible fertilité des terres de la région, l'intégration des animaux en stabulation avec des cultures fourragères pratiquées sinon sur de petits champs fourragers du moins sur les haies vives pour la production du fumier devrait être améliorée.

Tableau 18. Productivité du travail dans un agro-système "cultures" traditionnel de la Dorsale granitique (base 1986)

Culture ou activité LAE	Superficie par saison		Rendement par saison (t/ha)	Prix au producteur (F/k)	Produit brut annuel : (F)	Temps de travaux (HJ)
		ares				
Banane	23.5	12.3	6.8	13.7	22 917	
Patate douce	3.2	1.6	6.8	6.4	1 393	
Manioc	17.0	8.9	3.1	7.0	3 862	
Colocase	0.3	0.2	5.5	13.7	301	
Igname	2.4	1.2	6.0	15.0	108	
Petit pois	1.5	0.8	0.6	39.3	19	
Haricot	22.9	12.0	0.7	23.0	3 864	
Sorgho	19.6	10.2	1.0	17.7	3 610	
Mais	1.7	0.9	0.8	16.3	235	
Arachide	3.0	1.6	0.7	84.1	1 884	
Soia	0.7	0.4	0.9	32.7	235	
Riz	2.2	1.1	2.5	25.0	1 375	
Pomme de terre	2.0	1.0	3.2	12.0	768	
Cult. vivr. (CV)	100.0	52.2	-	-	40 571	208.8
Café	100.0	3.4	0.4	125.0	3 400	8.2
Cult. industr. (CI)	100.0	3.4	-	-	3 400	8.2
LAE 0-5 degrés	21.2	11.8	-	-	-	5.5
LAE 5-20 degrés	75.0	41.7	-	-	-	46.7
LAE >20 degrés	3.8	2.1	-	-	-	4.0
TOTAL LAE	100.0	55.6	-	-	-	56.2
TOTAL CV+CI (f)	100.0	55.6	-	-	+ 43 971	273.2
Coût intrants intermédiaires					- 350	
• Pomme de terre : 0.01 ha x 2 saisons x 17 500 F						
• Autres cultures vivrières (forfait)					- 1 500	
Sous-total (1)					- 1 850	
REVENU BRUT [RB = PB - (1)]					+ 42 121	
Coût d'amortissement du capital					- 8 340	
• Terre : 0.556 ha x 15 000 F/an						
• Matériel et outillage forfait					- 500	
Sous-total 2					- 8 840	
COUT TOTAL C = 1 + 2					- 10 690	
REVENU DU TRAVAIL RT = PB - C ou RB - (2)					+ 33 281	
COUT DU TRAVAIL CT : 273.2 HJ ou en valeur : 273.2 x 71 F)						19 397
PRODUCTIVITE DU TRAVAIL						
• BRUTE (RB/CT) : Absolue : 154 F/HJ; Relative : 2.17 F/F (217 %)						
NETTE (RT/CT) : Absolue • 122 F/HJ; Relative : 1.72 F/F (172						

Nota : (i) Ajouter 0.4 are d'autres cultures non considérées pour retrouver la superficie cultivée de 560 ares présentée au tableau 6.

Source : Notre adaptation des données de diverses sources citées plus haut (2.2.2.1)

Plateau de l'Est

Beaucoup de ce qui a été dit sur les 4 autres régions reste valable pour le Plateau de l'Est mais il a une altitude et une pluviométrie plus basses. Parmi les cultures les plus appropriées, on note le bananier et l'arachide. Le caféier y a également une place importante.

L'essentiel des aspects agricoles et socio-économiques se basera sur la visite du Projet Kigali-Est qui couvre la partie la plus occidentale de la région. Quant à la partie la plus orientale, l'on peut se référer aux recherches effectuées dans la zone du Projet BGM spécialement dans la partie BUJU du Gisaka-Migongo qui revient au Plateau de l'Est (IITA, 1989); un article publié dans la revue "Bulletin agricole du Rwanda" par NDEREYEHE traite également des systèmes du Gisaka-Migongo.

Le Projet Kigali-Est couvre la zone constituée par les communes de Butamwa, Gikomero, Gikoro et Kanombe et de deux autres communes assimilées à savoir Rubungu et Bicumbi. La sous-zonalisation agro-écologique peut suivre le critère d'altitude. La principale zone est celle d'altitude moyenne (1400-1700 m) avec des sols latéritiques ou kaoliniques. La zone de plus haute altitude (1700-1750 m) est constituée par la crête de la commune Gikomero et d'une partie de Gikoro à partir de la vallée de la Kajevuba et le long de la route Kigali-Rusumo du côté gauche. Cette partie comprend des sols caillouteux, les pentes y sont plus fortes (allant parfois jusqu'à plus de 85 %) et les précipitations y sont plus importantes. Dans l'ensemble, on observe des variations climatiques sensibles notamment sur le plan pluviométrique mais la capacité de rétention des sols y est encore bonne étant donné que la zone est d'occupation relativement récente.

Concernant les spéculations pratiquées ou potentielles, la zone de plus haute altitude est appropriée au haricot volubile. Dans l'ensemble environ 40 % de la SAU est réservée au bananier. La proximité de la ville de Kigali favorise une orientation vers la bière de banane pour la vente mais l'orientation "banane à cuire" est aussi importante. En examinant l'assolement pratiqué dans une exploitation typique du paysannat avec 1.8 ha, nous avons 15 soles de 12 ares répartis comme suit

- bananier : 4 à 5 soles (soit 48 à 60 ares);
- Caféier : 2 (24 ares)
- haricot-sorgho : 3 (36 ares);
 - patate douce (labour sur jachère) : 2 (24 ares);
 - manioc (sur 18 à 24 mois) : 2 (24 ares);
 - jachère ou, chez les éleveurs, cultures fourragères : 1 (12 ares).

En dehors du paysannat, il y a plus de bananier dans le plan d'exploitation. L'arachide n'a pas été mentionné dans l'assolement présenté ci-haut mais elle est aussi rencontrée dans la région.

La rotation pratiquée est telle que le manioc ou la patate douce vient en ouverture; suit une légumineuse comme le haricot (surtout en saison A car très sensible aux maladies en saison B) ou le soja. A noter que les paysans semblent avoir remarqué que le haricot accuse un rendement très faible et ont tendance à le remplacer par d'autres cultures en l'occurrence la tomate avec l'avènement de SORWATOM.

Après la légumineuse vient le sorgho ou, dans une moindre mesure, le maïs. Toutefois, le maïs aura tendance à se développer avec la présence de SOPAB.

Une pratique culturale déjà faite mais qui reste encore à développer est la culture intercalaire sous bananeraie éclaircie; bien faite avec un écartement d'environ 4 m entre souches de 3 à 4 bananiers, cette technique n'augmente pas l'érosion. L'association maïs-haricot volubile est également pratiquée mais exige le respect des densités de semis et un bon paquet technologique (semences enrobées, fumier, etc.). Aujourd'hui les rendements baissent suite à une densité trop forte.

Pour le sorgho, on pourrait améliorer les conditions de cultures pour faire passer le rendement actuel de 1 t/ha à 1.5-2.0 t/ha.

S'agissant de la fumure organique, on recommande d'appliquer 4 brouettées de 70 kgs à l'are soit 28 t/ha. Pour avoir du fumier, l'élevage est indispensable et l'on devrait avoir au moins un bovin dans chaque ferme paysanne.

Le mode de stabulation pratiqué est permanent ou semi-permanent. Dans la partie hors paysannat, les animaux vont également paître dans les boisements (sorte de sylvo-pastoralisme).

L'élevage caprin est également important dans la région. On compte environ 3 chèvres (2 à 4) par exploitation environ 270 000 têtes pour les 90 000 familles de la zone du Projet. Des données détaillées sur l'élevage caprin dans la région sont fournies par LYONNAZ-PERROUX (1990). Les exploitations qui n'ont pas de caprins élèvent des moutons ou, de façon moins importante, les porcs.

Pour la production du fumier, l'élevage bovin est toujours préférable quand les conditions d'investissement et d'alimentation le permettent. Les caprins ont l'inconvénient de trop sélectionner le fourrage en laissant beaucoup de refus.

L'utilisation du compost dans la région semble se heurter au problème de concurrence par les fins énergétiques que nous avons déjà souligné.

En ce qui concerne la fertilisation minérale, on peut noter

- l'utilisation du NPK triple 17 sur la patate douce et le manioc. Ce dernier peut donner 15 à 30 t/ha même chez le paysan;

- l'application du NPK 18-46-0 ou du DAP.

La réponse du haricot au DAP est faible et le rendement obtenu ne rentabilise pas une application de 250 kg/ha.

- le rhizobium est utilisé pour l'inoculation du soja et des légumineuses arbustives.

Des essais sur le chaulage sont également effectués pour prévenir éventuellement la dégradation des sols surtout du côté de Gikomero et Gikoro. La consultation de la carte d'acidité des horizons de surface des sols du Rwanda établie par le MINAGRI montre que le pH semble assez faible (même s'il est encore satisfaisant) : entre 5.0

et 5.5 pour Gikomero, Gikoro, Kanombe et Rubungo et entre 5.5 et 6.0 pour Butamwa et Bicumbi.

La lutte anti-érosive au Projet Kigali-Est est effectuée suivant la politique du MINAGRI avec les fossés aveugles et les haies vives isohypses avec une fiche de vulgarisation bien confectionnée. L'exécution des travaux de piquetage et de creusement commence par les sommets des collines (d'amont en aval) mais il faut souligner la difficulté que les paysans ne font pas les travaux en même temps et qu'il n'y a donc pas de plan intégré d'aménagement d'un terroir. Les herbes fixatrices sont plantées à 2 ou 3 lignes en quinconce mais beaucoup de vides peuvent être observés surtout avec Trypsacum. Comme herbe fixatrice, la préférence va de plus en plus à Setaria qui fixe bien le talus et est bien apprécié par le bétail; Trypsacum est toutefois gardé pour sa bio-masse.

Actuellement, l'on peut estimer les réalisations de LAE à 60-70 % (si on tient compte de l'insuffisance d'entretien des fossés) même si les évaluations officielles les fixent à 85-90 %.

S'agissant des terrasses radicales, il ne semble pas urgent de les réaliser dans la zone pour les inconvénients de dérangement de la fertilité du sol et de risque de perte d'une saison de culture dans un système qui a déjà une bonne production à laquelle le paysan accorde donc un coût d'opportunité élevé. Le coût d'opportunité de la main-d'œuvre y est également élevé (même si nous présentons un plus faible pour l'ensemble de la région du Plateau de l'Est au tableau 19) à cause de la proximité de la ville de Kigali. On pourrait donc pencher pour le système actuel qui peut conduire à des terrasses progressives au bout d'environ 7 ans si les équidistances sont bien respectées et si l'entretien est adéquat.

Nous n'avons pas observé de techniques anti-érosives traditionnelles particulières mise à part la déviation des eaux vers les fossés pour retenir la matière organique charriée.

En agroforesterie, les essences rencontrées sont Leucaena et Calliandra. Sur les 1 200 000 plants produits, 200 000 (soit 15 %) sont agroforestiers. Le service élevage insiste notamment sur Leucaena comme pourvoyeur de fourrage. Les plants fruitiers sont également produits.

Maesopsis et Grevillea sont surtout destinés au bois d'œuvre. On note également des boisements groupés d'Eucalyptus sur les crêtes avec 30 ares par agriculteur. Hors paysannat, quelques boisements se trouvent également sur l'exploitation.

S'agissant des aspects socio-économiques, nous avons déjà noté l'importance de la proximité de la ville de Kigali pour l'écoulement des produits et l'opportunité d'emplois non agricoles mais aussi l'inconvénient constitué par l'absentéisme de certains agriculteurs à temps partiel.

Le Projet Kigali-Est organise le crédit agricole. Dans le temps, le crédit vache était conditionné à la disposition d'une exploitation de 2 ha et le crédit caprin à 1 ha. Aujourd'hui on fait l'expérience du crédit brousse avec la collaboration des Banques

Populaires (BOUYER, 1989). Ce crédit est intéressant mais la brouette est souvent détournée à des fins non agricoles ou revendue.

Quant aux aspects démographiques, nutritionnels et de productivité du travail, l'on peut noter ce qui suit pour l'ensemble de la région du Plateau de l'Est :

- La densité de la population varie de 62 hab./km² pour Rusumo à 314 pour Muhazi si on exclut Nyarugenge (avec 774). Les valeurs les plus faibles (entre 62 et 150) s'observent pour 5 communes (Rusumo, Rukira, Kayonza, Birenga et Kigarama) et les plus élevées (plus de 300) également pour 5 communes (Butamwa, Rutonde, Mugesera, Kanombe et Muhazi). La population est donc de densité moyenne à faible dans l'ensemble.

- La couverture des besoins nutritionnels est bonne. Les besoins caloriques sont couverts à un taux de 15 et 71 % pour Nyarugenge et Rutare et de plus de 100 % pour les autres communes. Quant à la couverture protéique, le taux est de 8 et 63 % pour Nyarugenge et Rutare et supérieur à 100 % pour les autres. L'ensemble de la région est donc plutôt excédentaire.

- La productivité du travail estimée au tableau 19 est très bonne aussi bien en F/HJ (159 et 135) qu'en % (275 et 229). Le coût d'opportunité du travail est faible étant donné (hormis la région proche de Kigali) le faible développement d'emplois *non* agricoles entre autres. Quant à la disponibilité de main-d'œuvre, l'exploitation moyenne de la région compte 2.5 actifs soit 750 HJ/an dont on doit retirer

- 335.7 HJ pour les cultures considérées et la LAE y relative;

- 65.5 HJ de LAE pour les autres cultures (1.0 HJ sur les 1.1 ares) et sur les champs non cultivés (64.5 HJ sur les 55 ares);

99

- 93 HJ pour l'élevage (UNR et MINIFINECO, 1989 b, p. 15); et

- 81.6 HJ pour les emplois en dehors de l'exploitation (MINAGRI/GTZ, 1987), soit au total 576 HJ laissant ainsi 174 HJ, ce qui témoigne d'une certaine abondance de main-d'œuvre et laisse encore la place à une certaine intensification du travail.

Que conclure de l'étude des altitudes moyennes ?

L'étude des systèmes d'altitude moyenne laisse ressortir comme pour les hautes altitudes une grande diversité qui dépend des conditions particulières de pluviométrie, de sols, de topographie, de satisfaction des besoins nutritionnels et de productivité du travail en rapport avec son coût d'opportunité. Il reste que certains points saillants peuvent être soulignés :

- La pluviométrie est moyenne (1000 à 1400 mm) et les pentes sont modérées mais la densité humaine ou du bétail font une pression importante sur les terres (notamment dans les 4 régions autres que le Plateau de l'Est) et les expose à

l'érosion; celle-ci est plus gravée avec certains types de sols comme ceux de la Dorsale granitique qui sont superficiels et n'ont qu'une faible couche humifère.

Les estimations de pertes de terre se trouvent autour de la moyenne nationale; elles sont plus élevées pour l'Impara et les Bords du Lac Kivu, plus faibles pour le Plateau central et la Dorsale granitique et encore plus faibles pour le Plateau de l'Est.

- La gamme de cultures vivrières est très large et les associations culturales y sont plus importantes qu'en haute altitude. De nombreuses alternatives existent pour l'occupation rationnelle de l'espace par les cultures ou leurs associations. Les cultures couvrantes devraient être réservées aux fortes pentes et celles moins couvrantes (dégradantes) aux pentes plus faibles; les premières sont par exemple le bananier et le caféier et les dernières sont le manioc, le sorgho, le maïs, etc.

La culture du soja commence à prendre de l'importance étant donné sa valeur alimentaire reconnue et la technique d'inoculation par le *Rhizobium* bien vulgarisée. De plus le soja a tendance à remplacer le haricot nain là où ce dernier ne produit plus suffisamment bien.

- Certaines zones du Plateau central accusent une acidité et une toxicité aluminique telles que la chaux doit être combinée aux autres fertilisants comme les engrais et la fumure organique. Les essais ont donné des résultats technico-économiques satisfaisants (cfr cas des Projets Kigali-Nord et DGB) mais les contraintes financières des exploitations, l'inexistence des circuits adéquats d'approvisionnement en ces intrants et de commercialisation des produits continuent à limiter l'expérience de ces intrants au niveau des exploitations.
- La lutte contre l'érosion utilise les fossés aveugles et les haies de Pennisetum, Setaria, Trypsacum ou Vetiver. Les terrasses radicales sont peu connues aussi bien au niveau des essais qu'au niveau des exploitations. Les contraintes citées dans la partie la plus haute (Kigali-Nord par exemple) sont presque les mêmes que celles de la zone de haute altitude et notamment le risque d'éboulements. Mais l'hésitation pour ce système est plus nette dans la région du Plateau de l'Est où l'on estime qu'en plus des pentes modérées la productivité est encore bonne et qu'il serait plus coûteux de rater une saison de culture (à cause des problèmes de bouleversement de la fertilité) que de recourir aux autres méthodes et de laisser la terrasse se former progressivement.
- Le caféier est la culture de rente la plus importante de la zone mais le théier et le quinquina sont rencontrés de manière non négligeable dans les parties bordant la zone de haute altitude notamment la Crête Zaïre-Nil. Le caféier n'est plus suffisamment paillé pour des problèmes déjà évoqués à la première partie du présent rapport.

Tableau 19. Productivité du travail dans un agrosystème "cultures" traditionnel du Plateau de l'Est (base 1986)

Culture ou activité LAE	Superficie par saison		Rendement par saison (t/ha)	Prix au producteur (F/k)	Produit brut annuel PB (F)	Temps de travaux (HJ)
	%	ares				
Banane	34.0	24.8	6.4	9.0	28 570	
Patate douce	6.4	4.7	5.7	7.2	3 858	
Manioc	10.9	8.0	3.4	5.4	2 938	
Colocase	1.6	1.1	4.5	13.6	1 346	
Petit pois	1.0	0.7	0.3	33.3	140	
Haricot	22.5	16.4	0.7	20.6	4 730	
Sorgho	16.7	12.2	1.0	18.1	4 416	
Mais	2.9	2.1	0.6	14.8	373	
Arachide	1.8	1.3	0.7	80.2	1 460	
Soia	0.8	0.6	0.6	27.4	197	
Pomme de terre	1.4	1.0	4.7	14.0	1 316	
Cult. vivr. (CV)	100.0	72.9	-	-	49 344	255.2
Café	100.0	4.0	0.6	125.0	6 000	9.6
Cult. industr.	100.0	4.0	-	-	6 000	9.6
LAE 0-5 degrés	34.3	26.4	-	-	-	12.4
LAE 5-20 degrés	62.4	48.0	-	-	-	53.7
LAE >20 degrés	3.3	2.5	-	-	-	4.8
TOTAL LAE	100.0	4.0	-	-	-	70.9
TOTAL CV+CI	100.0	76.9	-	-	+ 55 344	335.7
Coût intrants intermédiaires					- 350	
• Pomme de terre : 0.01 ha x 2 saisons x 17 500 F						
• Autres cultures vivrières (forfait)					- 1 500	
Sous-total (1)					- 1 850	
REVENU BRUT [RB = PB - (1)]					+ 53 494	
Coût d'amortissement du capital					- 7 690	
• Terre : 0.769 ha x 10 000 F/an						
• Matériel et outillage_forfait					- 500	
Sous-total 2					- 8 190	
COUT TOTAL C = 1 + 2					- 10 040	
REVENU DU TRAVAIL RT = PB - C OU RB - (2)					+ 45 304	
COUT DU TRAVAIL CT : 335.7 HJ ou en valeur : 335.7 x 59 F)						19 806
Productivité du travail						
• BRUTE (RB/CT): Absolue : 159 F/HJ; Relative : 2.75 F/F (275						
NETTE (RT/CT) . Absolue • 115 F/HJ Relative - 2 29 F/F (229 %)						

Nota : (i) Ajouter 1.1 ares d'autres cultures non considérées (dont 0.2 are de tabac) pour retrouver la superficie cultivée de 78.0 ares présentée au tableau 6.

Source : Notre adaptation des données de diverses sources citées plus haut (2.2.2.1.)

- Les arbres sont présents mais ne sont pas suffisamment intégrés dans les champs sauf parfois les arbres fruitiers et les essences comme Markhamia. on rencontre plus souvent les essences comme Eucalyptus, Cupressus lusitanica, Acacia mearnsii, Ficus, Persea americana, Grevillea robusta, Pinus, Maesopsis,... et moins souvent Erythrina, Dracaena, Euphorbia, Callitris, Polycias fulva, Cassia spectabilis.. De nombreuses espèces d'arbustes agroforestiers sont également essayées et vulgarisées mais ne sont pas encore rencontrées dans les champs d'agriculteurs à un degré facilement perceptible. on privilégie les genres Leucaena, Sesbania et Calliandra. Leucaena est préféré comme pourvoyeur de fourrage aux animaux. Il convient de noter que l'agroforesterie n'a de sens dans les systèmes quasi-traditionnels de moyenne altitude que si elle considère également les services de bois de feu et de fourniture de fourrages aux animaux.

Sur base de la satisfaction des besoins nutritionnels et de la productivité du travail, l'évaluation générale des systèmes de moyenne altitude montre que :

- la situation nutritionnelle est très variable pour deux régions (le Plateau central et la Dorsale granitique où certaines communes accusent des taux de couverture entre 50 et 80 % des besoins alors que d'autres dépassent 100 %) mais relativement bonne pour l'Impara, les Bords du Lac Kivu (mise à part la partie centrale de Kibuye qui est la plus défavorisée) et le Plateau de l'Est.
- la productivité du travail est bonne étant donné que la production vivrière et de rente sont diversifiées avec des rendements relativement bons, et que les coûts d'opportunité du travail sont assez bas (très inférieurs au prix de 100 F pour 4 des 5 régions); la disponibilité du travail est aussi élevée, ce qui conduit sinon au chômage déguisé du moins à une certaine intensification de la main d'œuvre (pour autant que l'environnement économique - prix agricoles rémunérateurs par exemple - évoluera dans le sens de l'incitation de l'agriculteur).

2.4. Les systèmes de basse altitude

2.4.1. Bases d'identification des zones micro-écologiques

D'après DELEPIERRE (1982, p. 88), les caractéristiques de la zone de basse altitude qui se trouve principalement à l'est du pays (Parc National de l'Akagera, Migongo, Gisaka, Bugesera et partie basse du Mayaga) mais aussi dans la zone basse de Cyangugu (Imbo) sont les suivantes :

- zone la moins arrosée du pays avec moins de 1000 mm/an et même moins de 800 mm dans la partie la plus orientale; pluies capricieuses et souvent mal réparties sur l'année;
- partie de l'extrême sud-ouest du pays avec la plaine du Bugarama déjà bien arrosée;
- zone moins accidentée, moins arrosée, moins peuplée et, partant, moins exposée à l'érosion;
- sols à vocation agricole relativement marginaux surtout dans la partie la plus orientale (Bugesera, Savanes de l'Est).

Le tableau 20 réunit les caractéristiques de cette zone tandis que le tableau 21 répartit les différentes régions

Tableau 20 Caractéristiques des régions agricoles de la zone de basse altitude

Région agricole	Altitude (m)	Pluviosité (mm)	Sols	Valeur agricole	Spéculation principales	Densité 78 (hab. par km ²)
Imbo	950 1100 1400	1050 1200 1600	Alluvionnaires	Excellente	Bananier, Manioc, Arachide, Patate douce, Coton, Riz, Canne à sucre, Agrumes	228
Mayaga	1350 1450 1500	1000 1050 1200	Argileux dérivés de basalte	Très bonne	Café, Haricot, Sorgho, Maïs, Bananier, Patate douce, Manioc, Arachide, Soja, Riz	243
Bugesera	1300 1400 1500	850 900 900	Humifères fortement altérés	Pauvre	Haricot, Sorgho, Maïs, Manioc, Bananier, Patate douce, Arachide, Elevage	139
Savanes de l'est	1250 1400 1600	800 850 900	Vieux de texture variable	Très pauvre	Manioc, Arachide, Haricot, Sorgho, Maïs, Patate douce, Elevage	75

Source :_DELEPIERRE (1974, p. 24; 1982, p. 92)

Tableau 21. Répartition des régions agricoles de basse altitude entre préfectures et communes respectives

Préfecture/Commune	%	Préfecture/Commune	100%	Préfecture/Commune	%	Préfecture/Commune	%
IMBO	-	Mayaga	100	BUGESERA	-	Gituza	65
Cyangugu	-	Muyira	40	Kibungo	-	Murambi	85
Bgarama	95	Ndora	5	Mugesera	45	Muvumba	85
Gishoma	5	Ntyazo	30	Sake	65	Ngarama	85
Karengera	5	Nyaruhengeri	5	Kigali	-	Kibungo	-
Nyakabuye	25	Gitarama	-	Bicumbi	5	Kabarondo	5
MAYAGA	-	Mugina	55	Gashora	100	Kayanza	55
Butare	-	Ntongwe	25	Kanombe	5	Kigarama	15
Kibayi	95	Kigali	-	Kanzenze	45	Rukara	85
Kigembe	30	Kanzenze	55	Ngenda	60	Rukira	50
Muganza	65	Ngenda	40	SAVANES DE L'EST	-	Rusumo	50
Mugusa	15	-	-		-	-	-

Source : Adapté de MINAGRI (1989 b, p. 169)

entre les préfectures et communes respectives touchées par cette zone de basse altitude.

2.4.1.1. Imbo

L'Imbo est totalement situé dans la préfecture de Cyangugu, couvre la plaine du Bugarama (formée par les plaines alluvionnaires de la Rusizi et de la Rubyiro) et présente les caractéristiques suivantes (DELEPIERRE, 1982 et MINAGRI, 1987)

- cuvette entourée de crêtes s'élevant à 1400 m;
- pluviosité de 1050 mm au sud et de 1600 mm au nord; saison sèche de 3 mois;
- sols bruns et argiles noires tropicales d'excellente qualité;
- réunion des possibilités d'agriculture intensive et productive : température élevée, pluies abondantes, bons sols, irrigation facile;
- pas de problèmes particuliers de conservation des sols dans la plaine mais travaux de lutte anti-érosive nécessaires pour les collines environnantes.

Il n'y a pas de sous- zonalisation particulière pour cette région hormis la distinction nécessaire entre la plaine et les collines.

2.4.1.2. Mayaga

Cette région qui couvre la partie ouest de la région naturelle du Bugesera (Kanzenze et Ngenda) et la partie basse de la région naturelle du Mayaga se reconnaît aux caractéristiques suivantes (DELEPIERRE, 1982 et MINAGRI, 1987)

- collines à relief tabulaire, découpées par de nombreuses dépressions;
- crêtes quartzitiques donnant lieu à un relief plus accidenté à Muganza et à Kibayi; sols divers formés sur une couche de schistes qui recouvre le socle granitique;
- valeur agronomique excellente grâce au bon état d'agrégation des parcelles argileuses et à une morphologie ondulée et généralement dépourvue de fortes pentes;
- vallée de l'Akanyaru et ses vallées tributaires régulièrement inondées donnant lieu à de nombreuses presque îles pratiquement inexploitable mais entourées de franges de colluvions très productives;
- piémonts fertiles souvent occupés de sols récents;
- sols graveleux humifères des versants de colline avec un potentiel agricole moyen en relation avec l'épaisseur de la couche humifère;

- sommets de collines souvent occupés d'affleurements rocheux;
- potentiel de production élevé à cause de bons sols et d'une pluviométrie modérée (1000-1100 mm);
- degré d'exposition à l'érosion jugé moyen à cause de la bonne structure des sols, des pentes douces et de la pluviosité modérée;
- agriculture généralement pratiquée sur des champs situés près de l'exploitation sur des pentes douces et sans ouvrage d'aménagement foncier particulier.

Nous n'avons pas de critères particuliers de sous-zonalisation de cette région.

2.4.1.3. Bugesera

Les caractéristiques générales de cette région sont également fournies par DELEPIERRE (1982) et MINAGRI (1987)

- grand plateau découpé de larges vallées à pentes très faibles colmatées de vertisols; plateaux couverts d'épais sédiments meubles;
- plateaux dépourvus de sources et de rivières malgré l'existence des marécages et des lacs du système fluvial de la Nyabarongo;
- sols ayant évolué sur des formations granitiques parfois recouvertes de schistes; sols argileux et lessivés lorsque posés sur les reliefs, profonds et bien drainés dans les amples zones d'accumulation à la base des collines;
- sols très anciens et très altérés dépourvus de bases d'échanges et, avec la faible pluviométrie, donnant une faible valeur agricole; meilleurs terroirs agricoles dans les colluvions des pourtours des lacs et des vallées;
- irrigation d'appoint possible mais coût de fonctionnement élevé limitant son application à grande échelle;
- dangers d'érosion faibles sauf à la transition entre vallées et plateaux.

Dans la zone d'action du Projet BGM, qui comprend cette région du Bugesera, quatre zones micro-écologiques ont été identifiées

- 1° BUJU : climat semi-humide, altitude supérieure à 1500 m, pluviométrie annuelle d'environ 1000 mm, sols moyennement fertiles; elle comprend la plupart des caféiers et des bananiers.
- 2° BUGES : climat semi-aride, altitude plus basse, pluviométrie annuelle de 900 mm, sols pauvres; cultures de sorgho et de manioc;
- 3° BUTRANS : zone de transition entre BUJU et BUGES sans délimitation tout à fait précise;

4° zone des lacs : bas-fonds des lacs, rivières et marais; colluvions et alluvions relativement fertiles mais mal drainés; culture de saison sèche à partir de l'humidité résiduelle du sol. Les 3/4 de la superficie du Bugesera (et les 2/5 de celle du Gisaka-Migongo) se trouvent dans le BUGES et le reste principalement dans le BUJU. D'après la localisation de ces deux zones respectives dans la partie du Gisaka-Migongo, BUJU, nous l'avons dit, est à rapprocher au Plateau de l'Est tandis que BUGES correspond aux Savanes de l'Est.

2.4.1.4. Savanes de l'Est

DELEPIERRE(1982) et MINAGRI (1987) décrivent cette région des savanes herbeuses du Mutara et des savanes arbustives du Mubari et du Migongo comme suit :

- zone chaude et sèche avec une saison sèche d'au moins 4 mois, précipitations irrégulières;
- collines ondulantes séparées par de larges vallées colmatées, sans rivière permanente sauf la Kagitumba;
- sols formés de façon prédominante sur des matériaux granitiques parfois recouverts par une couche schisteuse ou par un manteau sableux-argileux;
- présence de cuirasses latéritiques sur les crêtes (parfois), de sols peu évolués et minces sur les reliefs, de sols profonds aux pieds de montagnes et de vertisols parfois avec accumulation de sels et de carbonates comme à Nyagatare;
- sols pauvres à cause de la composition granulométrique grossière, d'une faible CEC et généralement d'une faible profondeur; les vertisols ont un potentiel important mais leur mise en valeur est techniquement difficile;
- faibles pentes et pluies peu abondantes ne prédisposant pas à de grands dangers d'érosion.

Nous n'avons pas de sous-zonalisation importante à signaler pour cette région mais on pourrait suivre la pluviométrie et séparer les zones plus ou moins arides.

2 4 2. Caractérisation agricole et socio-économique des systèmes de basse altitude

Etant donné que : (1) cette région de basse altitude présente des exploitations plus grandes avec possibilité de jachère, (2) que le relief y est moins accidenté (sauf aux abords des plaines dans l'Imbo), (3) que les sols y sont moins acides (quoique pauvres, très altérés et sans bonne structure pour la plupart d'entre eux) et (4) que la densité de la population y est faible et la production élevée donnant une bonne couverture nutritionnelle, nous nous permettrons de lui accorder un examen moins détaillé que pour les deux autres grandes zones (haute et moyenne altitude). Ainsi, nous présenterons à la fois les 4 régions agricoles. Nous traiterons quand même de façon particulière de la région du Bugesera que nous avons visitée.

2.4.2.1. Système de production et pratiques générales pour la fertilité des sols

Les spéculations pratiquées sont pratiquement les mêmes qu'en moyenne altitude avec une plus grande présence de l'arachide, du manioc, du riz et de l'élevage. Le café est la seule culture de rente de la région si l'on ne compte pas la canne à sucre dans les Savanes de l'Est. Les tableaux 22 pour l' Imbo, 23 pour le Mayaga, 24 pour le Bugesera et 25 pour les Savanes de l'Est (présentés dans le cadre de l'estimation de la productivité du travail en 2.4.2.3) illustrent l'importance des différentes cultures.

La culture pure a à peu près la même importance que la culture associée pour l'Imbo et les Savanes de l'Est tandis que la culture associée est de loin plus importante pour le Mayaga (aux deux saisons A et B) et pour le Bugesera (en saison B)(MINAGRI/SESA, 1985, pp. 158 et 171).

L'élevage est diversément pratiqué dans les 4 régions

- Dans l'Imbo, il y a surtout les caprins et les porcins dont le fumier sert principalement à fumer la bananeraie près du "rugo" mais dont la vocation principale est la viande;
- Au Mayaga, les bovins, caprins, porcins, ovins et volailles sont élevés; les deux premiers sont plus répandus.
- Au Bugesera, l'élevage n'est pas très répandu et est limité à quelques caprins par famille. Un petit nombre d'éleveurs possèdent quelques têtes de bovins, ovins et porcins. Le nombre d'animaux est donc parmi les plus bas malgré l'existence de pâturages et jachères surtout à cause des problèmes de santé et d'abreuvement;
- dans les savanes de l'Est, il y a de vastes zones de pâturages au Mutara ou à Rusumo (Ranch BGM) et à Nasho (Ranch La Rwandaise) mais au niveau des exploitations, l'élevage reste peu répandu; le cheptel est peu consistant et limité à quelques caprins

Les pratiques de fertilisation les plus courantes sont la fumure des champs proches du "rugo" par le fumier et les déchets ménagers et le mulching (à base de feuilles de bananier et de résidus agricoles de toutes sortes) notamment sur le caféier. La fertilisation par le fumier est une pratique très répandue au Mayaga tandis que le mulching y est peu suivi. Le mulching est surtout pratiqué au Bugesera où il est même nécessaire plus qu'ailleurs pour limiter les pertes par évapotranspiration. La jachère et la rotation restent toutefois les techniques les plus généralisées. Les engrais minéraux sont mal connus.

S'agissant plus particulièrement de la région du Bugesera où nous avons visité le Projet BGM et l'ISAR-Karama, l'on peut confirmer ou préciser davantage les éléments ci-haut signalés

- Les paysans du Bugesera pratiquent à peu près les mêmes spéculations. La culture dominante est le manioc (qui résiste plus ou moins aux faibles pluviométries) mais il y a également le haricot, le sorgho et un peu de soja.

Les micro-écozones se distinguent notamment par :

- la présence importante du bananier à Kanzenze, dans le nord de Gashora et sur la plus grande partie de Ngenda. Il s'agit de la partie appelée BUJU dont le climat se rapproche de celui du Plateau de l'Est (zone du Projet Kigali-Est et Gisaka/Migongo). Dans certains microclimats de cette zone, on rencontre le haricot volubile, le petit pois et la pomme de terre;
- le bananier est défavorisé dans la partie de Gashora donnant au lac et dans une partie de Ngenda au profit du sorgho et du manioc. Il en est de même du caféier. Cette zone est celle appelée BUGES où la pluviométrie est irrégulière et faible.
- L'arachide régresse à cause de ses exigences en semences et en main-d'œuvre.
- La rotation pratiquée est : Manioc-LégumineusesGraminées. La patate douce est également utilisable en ouverture.

S'agissant des associations de cultures, on fait : (1) haricot-mais, (2) sorgho-patate douce, (3) patate douceharicot, (4) Manioc-haricot, (5) manioc-patate douce et (6) banane-haricot. Les associations ont été bien étudiées dans le cadre du Projet FSR et les résultats sont présentés dans le rapport de l'IITA (1989, pp. 47-70). Il apparaît que les associations les plus prometteuses sont (IITA, 1989, p. 4):

- manioc-haricot, manioc (2 m)-haricot/Sorgho/haricot;
- patate douce-pois cajan planté en décembre;
- pois cajan-mais/haricot ou pois cajan-haricot/sorgho.

Il importe de faire attention aux densités. Pour ne prendre que l'exemple de l'association haricot-mais, les densités pratiquées par le paysan étaient respectivement de 250 000 contre 5 000 plants. Il a été constaté que la densité du maïs pouvait augmenter jusqu'à un optimum provisoire de 20 000 plants. L'espacement du manioc est porté de 1 m à 2 m dans l'association manioc-haricot et l'on a une même production de manioc tout en gagnant sur le haricot. Les autres associations telles que sorgho-haricot et patate douce-haricot sont confrontées à des problèmes de rotation et de semis en lignes alors que leurs avantages sont limités.

- Les problèmes de fertilité ne sont pas négligeables dans la région du Bugesera. La jachère est encore pratiquée dans les plus grandes exploitations (d'environ 1.5 ha, i.e. entre 1 et 2 ha) mais le risque y reste élevé sans fertilisation proprement dite à cause de la faible pluviométrie et des sols

pauvres (sur 70 % de la région). De plus, dans certaines parties de la région comme à Ngenda, les deux ha peuvent abriter jusqu'à 4 familles et la surpopulation devient un problème réel. La fertilisation est donc indispensable mais

- La fumure organique se heurte au problème de faible disponibilité de fumier le paysan ne pouvant produire au maximum que pour une dose de 10 t/ha encore que ce fumier n'est pas produit dans toutes les exploitations;
- Peu de paysans recourent à la fumure minérale;
- Certains sols acides existent dans la région mais ne reçoivent pas de chaux.
- La fumure organique est obtenue par l'élevage. Une bonne partie du bétail ne donne pas de fumier suffisant car la paissance se fait dans les pâturages naturels du domaine militaire ou de l'ISAR-Karama. Quelques pâturages existent également dans les parties moins habitées de Gashora et de Ngenda. Sur ces pâturages certains éleveurs peuvent avoir jusqu'à 100 vaches.

En dehors de ces zones, plus de 60 % des exploitations possèdent des fermettes avec des vaches locales ou améliorées souvent à concurrence d'une vache et son veau. On trouve aussi le petit bétail (2 à 4 chèvres par exemple) et la volaille. Les vaches améliorées étaient reçues à crédit mais les taux de recouvrement étant très faibles au niveau du Projet, on a mis' au point un système impliquant les Banques Populaires.

Les bovins sont élevés en stabulation avec Trypsacum comme principal fourrage, Setaria étant abîmé par les termites; Themeda n'a pas bien donné non plus. Les chèvres quant à elles broutent à l'extérieur.

Pour l'élevage le problème de pluviométrie est très limitant; en saison sèche, les pâturages sont secs et les animaux en souffrent : l'amélioration de l'élevage exige du fourrage cultivé notamment en agroforesterie ou sur les haies anti-érosives (Leucaena et Trypsacum).

- Pour le soja, l'utilisation du Rhizobium est connue; le Projet vend environ 800 sachets par saison.
- L'IITA (1989, pp. 2 et 3) rapporte les réalisations du Projet FSR quant à l'aménagement de la fertilité du sol et de l'eau. Une combinaison judicieuse de différentes techniques peut assurer une fertilité meilleure et des rendements acceptables des cultures vivrières : 2 à 3 t/ha de maïs ou de sorgho, 1 à 2 t/ha de haricot, de soja ou d'arachide, 10 à 15 t/ha de patate douce et 25 à 30 t/ha de manioc avec les options suivantes

1° 10 t/ha/an de fumier de ferme + 40-20-20 kg/ha/saison de N-P205-K20;

2° 20 t/ha/an de compost + 40-20-20 kg/ha/saison de NP205-K20;

- 3° Inoculation du soja avec le Rhizobium + 20 kg/ha de P205 pour le soja (et probablement pour les autres légumineuses à graines);
- 4° Jachère plantée en saisons alternées avec un mélange de Crotalaria/Mucuna/Desmodium;
- 5° Jachères longues (un an ou plus) avec Caianus cajan, Sesbania sesban et Tephrosia sp..
- 6° Jachère simultanée en relais (exemple : Mucuna au sorgho);
- 7° Agriculture en couloirs avec haies de Cassia s p e c t a b i l i s, Leucaena leucocephala, L. diversifolia et/ou Calliandra calothyrsus distantes de 5 m.

Nous reviendrons aux points ci-dessus en rapport avec l'agroforesterie au point 2.4.2.3.

2.4.2.2. Degré d'érosion et techniques de lutte anti-érosive

D'après le MINAGRI/SESA cité par NGENZI (1989), les pertes de terres ont été plus fortes pour l'Imbo (11.4 t/ha) et faibles pour les 3 autres régions : 5.1 t/ha pour Mayaga, 4.5 pour Savanes de l'Est et 2.6 pour Bugesera. Les pentes sont également faibles comme cela apparaît aux tableaux 22 à 25 pour les champs cultivés (sauf pour l'Imbo). Ce que nous avons dit pour les terres d'altitude moyenne peut être extrapolé à l'Imbo tandis que pour les trois autres régions, les mesures anti-érosives appropriées peuvent se limiter aux fossés et haies ou aux haies seules ou encore aux méthodes agronomiques et biologiques, le terrassement radical n'intervenant que très ponctuellement où les pentes l'exigent.

Dans les zones d'action du Projet BGM et de l'ISARKarama au Bugesera, les agriculteurs semblent avoir l'essentiel des connaissances requises pour l'exécution et l'entretien des fossés et haies. Seulement, bon nombre d'entre eux pensent que les haies seules suffisent pour la plupart des terrains et que deux lignes maximum de haies d'herbes fixatrices suffisent au lieu de trois; ils croient que les herbes croissent rapidement et concurrencent les cultures principales d'autant plus qu'il peut également y avoir d'autres arbres ou arbustes agroforestiers (qui peuvent être ou ne pas être des arbres fruitiers comme le papayer et l'avocatier) près du même talus. Les lacunes de connaissances techniques existent plutôt au sujet des terrasses radicales.

2.4.2.3. Foresterie et agroforesterie

Dans la zone du Projet BGM au Bugesera et au GisakaMigongo (BALASUBRAMANIAN et EGLI, 1989, pp. 88-90 et notre visite), on peut noter ce qui suit :

- l'existence des boisements en régie, des boisements communaux (ou de secteur) et des boisements individuels groupés ou rattachés à l'exploitation. Ils fournissent du bois de chauffe ou du bois d'œuvre. Il y a aussi des arbres

fruitiers, fourrages et autres. Les genres les plus rencontrés sont Eucalyptus, Pinus et Grevillea.

- On connaît également Markhamia lutea, Erythrina abyssinica, Maesopsis eminii, Ficus, Sesbania, Cedrela serrulata, Cassia spectabilis, Acacia, Ricinus communis, Albizzia, Vernonia et Euphorbia tirucalli.
- l'agroforesterie utilise 3 principales essences en plus du Grevillea : Cassia spectabilis, Leucaena et Calliandra
- Cassia prend beaucoup d'espace mais donne du bois de chauffe à partir de ses nombreux branchages; il est également bon à enfouir;
- Leucaena et Calliandra peuvent fournir du fourrage ou des émondes à enfouir. En milieu rural, ces espèces agroforestières n'ont pas encore été bien adoptées.
- La culture en couloirs de ces essences se fait avec un écart de 50 cm entre les plants et de 5 m entre les haies mais les essais sur l'écartement des haies le font varier de 2 à 10 m. A partir de 12 mois, la coupe s'effectue 4 fois par an (au lieu de 2 fois au FSRP-Rwerere); les émondes sont alors enfouies (septembre et janvier) ou servent de mulch (novembre). Les émondes apportent l'équivalent de 10 t de fumier à l'ha surtout avec Cassia. On peut appliquer les émondes seules ou mélangées au fumier.

L'inconvénient des cultures en couloirs est qu'elles font perdre 20 % de terrain même si on estime que l'accroissement du rendement peut plus que compenser cette perte.

2.4.2.4. Aspects socio-économiques

Pour la région visitée, il importe de noter que :

- les objectifs de production incluent nettement la vente. Le sorgho, par exemple, est vendu à plus de 50 %; quelques fermiers peuvent vendre 2 t par an. On vend également du manioc et du haricot. Les coopératives agricoles ou groupements à vocation coopérative vendent, depuis son introduction, le sorgho Bralirwa"(variété) 5 DX160) L'argent obtenu sert à importer notamment la pomme de terre d'autres régions mais aussi du bois d'œuvre car les arbres de la région sont attaqués par les termites et ne produisent pas assez de bois;
- concernant l'investissement agricole, les fermiers n'ont pas une grande propension à investir sur des sols de mauvaise qualité pour les améliorer; ils ne sont pas non plus portés à louer le terrain et, quand ils n'en ont pas assez, ils préfèrent la migration;
- quant aux opportunités d'emplois salariés, il ne semble pas y en avoir beaucoup surtout à Ngenda qui est un peu surpeuplé. Mais à Kanzenze, les goulots d'étranglements de la main-d'œuvre obligent à l'engagement de manœuvres agricoles qui peuvent même venir de régions lointaines.

L'examen des aspects démographiques et nutritionnels révèle, pour l'ensemble des régions de basse altitude, que :

- la densité de la population est moyenne à faible allant de 62 pour Rusumo à 375 hab./km² pour Kibayi. Dans l'ensemble, elle est plus élevée pour le Mayaga (partie ouest et sud) que pour le reste de la région.
- la situation nutritionnelle est très bonne : mis à part la commune de Kigembe, les besoins caloriques et protéiques sont couverts à plus de 100 % (MINAGRI, 1987, pp. 3-5 et 14-16).

Quant à la productivité du travail, elle est bonne dans l'ensemble de la région comme en témoignent les tableaux de 22 à 25

- Pour l'Imbo (tableau 22), la productivité nette est de 277 F/HJ soit 175 % par rapport au coût d'opportunité de 156 F/HJ. La disponibilité de main-d'œuvre est estimée en déduisant des 690 HJ (2.3 actifs) disponibles par an :
 - 456.7 HJ pour les cultures considérées et la LAE y relative;
 - 54.1 HJ pour la LAE, d'une part, sur les autres cultures (0.3 HJ sur 0.2 are) et, d'autre part, sur les champs non cultivés (53.8 HJ sur les 34 ares);
 - 4 HJ pour l'élevage (UNR et MINIFINECO, 1989 b, p. 15);
 - 110.5 HJ pour les emplois hors exploitation (MINAGRI/GTZ, 1987, p. soit un total de 625 HJ, laissant ainsi 65 HJ pour d'autres activités, ce qui signifie que la main-d'œuvre est à la fois productive et rare et suppose le recours à d'autres moyens d'intensification que le seul travail.
- Pour le Mayaga (tableau 23), la productivité nette est de 161 F/HJ soit 278 % par rapport au coût d'opportunité de 58 F/HJ. Des 780 HJ disponibles (2.6 actifs), il faut retirer
 - 354.8 HJ pour les cultures considérées et la LAE;
 - 50.9 HJ dont 1.1 HJ de LAE pour les 1.1 ares d'autres cultures et 49.8 HJ pour la LAE sur les champs non cultivés;
 - 74.0 HJ pour l'élevage (UNR et MINIFINECO, 1989 b, p. 15);

Tableau 22. Productivité du travail dans un agro-système "cultures" traditionnel de l'Imbo (base 1986)

Cultive ou Activité LAE	Supertficie par saison		Rendement par saison	Prix au Producteur	Produit brut Annuel : P.B.	Temps de travaux (HJ)
	%	ares	(t/ha)	(F/kg)	(F)	
Banane	31.9	26.9	12.0	12.0	77 472	
Patate douce	1.8	1.5	5.5	9.0	1 485	
Manioc	18.6	15.7	3.5	6.9	7 583	
Colocase	4.2	3.5	4.5	13.0	4 095	
Igname	0.2	0.2	5.0	16.0	320	
Haricot	13.1	11.0	0.7	28.0	4 312	
Sorgho	10.3	8.6	1.3	26.0	5 813	
Mais	12.0	10.1	0.8	16.0	2 586	
Arachide	4.5	3.8	0.9	71.0	4 856	
Riz	3.4	2.9	3.0	25.0	4 350	
Cult. vivr. (CV)	100.0	84.2	-	-	112 872	294.7
Café	100.0	14.6	0.7	125.0	25 550	35.0
Cult. industr. (CI)	100.0	4.0	-	-	25 550	35.0
LAE 0-5 degrés	9.4	9.3	-	-	-	4.4
LAE 5-20 degrés	61.6	60.9	-	-	-	68.2
LAE >20 degrés	29.0	28.6	-	-	-	54.4
TOTAL LAE	100.0	98.8	-	-	-	130.0
TOTAL CV+CI (i)	100.0	98.8	-	-	+138 422	456.7
Coût intrants intermédiaires					- 1 500	
• Cultures vivrières (forfait)						
Sous-total (1)					- 1 500	
REVENU BRUT RB = PB - (1)					+136 922	
Coût d'amortissement du capital					- 9 880	
• Terre : 0.998 ha x 10 000 F/an						
• Matériel et outillage forfait)					- 500	
Sous-total 2					- 10 380	
COUT TOTAL C = 1 + 2					- 11 880	
REVENU DU TRAVAIL RT = PB - C ou RB - 2					+126 542	
COUT DU TRAVAIL CT : 456.7 HJ ou en valeur : 456.7 x 156 F)						7 1 245
PRODUCTIVITÉ DU TRAVAIL						
• BRUTE(RB/CT): Absolue : 300 p/HJ; Relative : 1.92 F/F (192 %)						
• NETTE (RT/CT): Absolue : 277 F/HJ; Relative : 1.75 /F (175%)						

Nota : (1) Ajouter 0.2 are d'autres cultures non considérées pour retrouver la Superficie cultivée de 99.0 ares présentée au tableau 6.

Source : Notre adaptation des données de diverses sources citées plus haut (2.2.2.1.)

-

Tableau23. Productivité du travail dans un agro-système "cultures" traditionnel du Mayaga (base 1986)

Culture ou activité LAE	Superficie par saison		Rendement par saison (t/ha)	Prix au producteur (F/k!)	Produit brut annuel : PB (F)	Temps de travaux (HJ)
	%	ares				
Banane	27.2	20.3	7.1	11.5	33 149	
Patate douce	15.4	11.5	6.6	7.3	11 081	
Manioc	13.4	10.0	3.2	6.3	4 032	
Colocase	2.1	1.6	4.5	13.6	1 958	
Igname	0.5	0.4	5.0	14.2	568	
Petit pois	0.6	0.5	0.5	36.9	185	
Haricot	22.4	16.7	0.8	22.7	6 065	
Sorgho	10.0	7.5	1.1	16.8	2 772	
Mais	3.0	2.2	0.6	15.6	412	
Arachide	0.5	0.4	0.7	80.8	452	
Soia	1.6	1.2	0.8	29.6	568	
Riz	3.1	2.3	2.5	25.0	2 875	
Pomme de terre	0.2	0.1	3.6	13.1	94	
Cult. vivr. (CV)	100.0	74.7	-	-	64 211	261.5
Café	100.0	6.2	0.2	125.0	3 100	14.9
Cult. industr. (CI)	100.0	6.2	-	-	3	14.9
LAE 0-5 degrés	28.0	22.7	-	-	-	10.6
LAE 5-20 degrés	67.9	54.9	-	-	-	61.5
LAE >20 degrés	4.1	3.3	-	-	-	6.3
TOTAL LAE	100.0		-	-	-	78.4
TOTAL CV+CI (i)	100.0	80.9	-	-	+ 67 311	354.8
Coût intrants intermédiaires • Cultures vivrières (forfait)					- 1 500	
Sous-total (1)					- 1 500	
REVENU BRUT [RB = PB - (1)]					+ 65 811	
Coût d'amortissement du capital • Terre : 0.809 ha x 10 000 F/an					- 8 090	
• Matériel et outillage forfait					- 500	
Sous-total 2					- 8 590	
COUT TOTAL C = 1) + 2					- 10 090	
REVENU DU TRAVAIL RT = PB - C ou RB - 2					+ 57 221	
COUT DU TRAVAIL CT : 354.8 HJ ou en valeur : 354.8 x 58 F)						20 578
PRODUCTIVITE DU TRAVAIL						
• NETTE (RT/CT): Absolue : 161 F/HJ: Relative : 2.78 F/F (278 %)						

Nota : (i) Ajouter 1.1 ares d'autres cultures non considérées pour retrouver la superficie cultivée de 82.0 ares présentée au tableau 6.

Source : Notre adaptation des données de diverses sources citées plus haut (2.2.2.1)

- 80.2 HJ pour les emplois hors exploitation (MINAGRI/GTZ, 1987),

soit un total de 560 HJ, laissant ainsi 220 HJ disponibles, ce qui témoigne d'une certaine abondance de la main-d'œuvre et laisse encore de la place pour son intensification.

- Pour le Bugesera (tableau 24), la productivité nette est de 124 F/HJ soit 120 % par rapport au coût d'opportunité de 103 F/HJ. Cette productivité est relativement faible à cause de rendements et prix relativement bas et d'un coût d'opportunité élevé.

La disponibilité totale de la main-d'œuvre est de 2.3 actifs soit 690 HJ par an dont, on retire

- 384.3 HJ pour les cultures considérées et la LAE y relative;
- 32.4 HJ de LAE sur les champs restants : 0.4 HJ sur le 0.6 are d'autres cultures et 32.3 HJ sur les 45 ares de champs non cultivés;
- 37 HJ pour l'élevage (UNR et MINIFINECO, 1989 b, p. 15);
- 82.3 HJ pour les emplois hors exploitation (MINAGRI/GTZ, 1987), soit un total de 536 HJ, laissant 154 HJ pour d'autres activités; d'où une certaine abondance de la main-d'œuvre et une opportunité d'intensification du travail.
- Pour les Savanes de l'Est (tableau 25), la productivité nette est de 129 F/HJ soit 198 % par rapport au coût d'opportunité de 65 F/HJ. Des 660 HJ disponibles (2.3 actifs), il convient de retirer
- 414.3 HJ pour les cultures considérées et la LAE y relative;
- 74.7 HJ de LAE sur les champs restants : 1.4 HJ sur les 1.4 ares d'autres cultures et 73.3 HJ sur les 64 ares de champs non cultivés;
- 62 HJ pour l'élevage (UNR et MINIFINECO, 1989 b, p. 15)
- 86.4 HJ pour les emplois hors exploitation (MINAGRI/GTZ, 1987),

soit un total de 637 HJ, ne laissant ainsi que 23 HJ, ce qui témoigne d'une rareté évidente de la main-d'œuvre et plaide en faveur de l'intensification d'autres facteurs.

Tableau 24. Productivité du travail dans un agro-système "cultures" traditionnel du Bugesera (base 1986)

Culture ou activité LAE	Superficie par saison		Rendement par saison (t/ha)	Prix producteur (F/k)	Produit brut annuel : PR (F)	Temps de travaux (HJ)
	%	ares				
Banane	35.5	31.5	6.0	9.3	35 154	
Patate douce	5.4	4.8	5.7	9.1	4 980	
Manioc	10.4	9.2	3.5	4.2	2 705	
Colocase	0.8	0.7	4.5	13.8	869	
Igname	0.1	0.1	5.0	13.7	137	
Petit pois	0.1	0.1	0.4	33.0	26	
Haricot	22.8	20.2	0.6	22.9	5 551	
Sorgho	11.9	10.5	1.1	16.8	3 881	
Maïs	8.7	7.7	0.4	13.0	801	
Arachide	3.0	2.7	0.7	80.9	3 058	
Soja	0.7	0.6	1.0	25.8	310	
Pomme de terre	0.6	0.5	4.2	15.0	630	
Cult. vivr. (CV)	100.0	88.6	-	-	58 102	310.1
Café	100.0	2.8	0.1	125.0	700	316.8
Cult. industr. (CI)	100.0	2.8	-	-	700	
LAE 0-5 degrés	58.7	53.7	-	-	-	
LAE 5-20 degrés	41.3	37.7	-	-	-	
LAE >20 degrés	0.0	0.0	-	-	-	
TOTAL LAE	100.0	91.4	-	-	-	
TOTAL CV+CI	100.0	91.4	-	-	+ 58 802	
Coût intrants intermédiaires					- 175	
• Pomme de terre : 0.005 ha x 2 saisons x 17 500 F					- 1 500	
• Autres cultures vivrières (forfait)						
Sous-total (1)					- 1 675	
REVENU BRUT RB = PB - (1)					+ 57 127	
Coût d'amortissement du capital					- 9 140	
• Terre : 0.914 ha x 10 000 F/an						
• Matériel et outillage (forfait)					- 500	
Sous-total (2)					- 9 640	
COUT TOTAL [C = (1) + (2)]					- 11 315	
REVENU DU TRAVAIL [RT = PB - C ou RB - (2)]					+ 47 487	
COUT DU TRAVAIL (CT : 384.3 HJ ou en valeur : 384.3 x 103 F)						39 583
PRODUCTIVITE DU TRAVAIL :						
• BRUTE(RB/CT) : Absolue : 14-9 " /HJ; Relative : 1.44 F/F (144 %)						
• NETTE (RT/CT) : Absolue : 124 F/HJ; Relative 1.20 F/F (120 %)						

Nota (i) Ajouter 0.6 are d'autres cultures non considérées (dont 0.3 are de tabac) pour retrouver la superficie cultivée de 92.0 ares présentée au tableau 6

Source : Notre adaptation des données de divers sources citées plus haut (2.2.2.1.)

Tableau 25. Productivité du travail dans un agro-système "cultures" traditionnel des Savanes de l'Est (base 1986)

Culture ou activité LAE	Superficie par saison		Rendement par saison (t/ha)	Prix au producteur (F/k)	Produit brut annuel : (F)	Temps de travaux (HJ)
	%	ares				
Banane	24.5	22.2	7.3	10.7	34 681	
Patate douce	5.9	5.4	5.3	6.3	3 606	
Manioc	10.3	9.3	3.2	6.9	4 107	
Colocase	0.1	0.1	4.5	13.7	123	
Petit pois	3.3	3.0	0.3	30.3	545	
Haricot	27.3	24.8	0.9	19.3	8 616	
Sorgho	16.3	14.8	1.2	18.7	6 642	
Maïs	9.5	8.6	1.0	15.7	2 700	
Arachide	1.1	1.0	0.6	82.7	992	
Soia	0.1	0.1	0.6	28.3	34	
Riz	0.1	0.1	3.0	25.0	150	
Pomme de terre	1.5	1.4	4.2	11.7	1 376	
Cult. vivr. (CV)	100.0	90.8	-	-	63 572	317.8
Café	75.0	2.1	0.2	125.0	1 050	
Canne à sucre	25.0	0.7	2.0	16.0	448	0.5
Cult. industr. (CI)	100.0	2.8	-	-	1 498	5.5
LAE 0-5 degrés	33.0	30.9	-	-	-	14.5
LAE 5-20 degrés	58.4	54.7	-	-	-	61.2
LAE >20 degrés	8.6	8.0	-	-	-	15.3
TOTAL LAE	100.0	93.6	-	-	-	91.0
TOTAL CV+CI	100.0	93.6	-	-	+ 65 070	414.3
Coût intrants intermédiaires					- 490	
• Pomme de terre : 0.014 ha x 2 saisons x 17 500F						
• Autres cultures vivrières (forfait)					- 1 500	
Sous-total (1)					- 1 990	
REVENU BRUT [RB = PB - (1)]					+ 63 080	
Coût d'amortissement du capital					- 9 360	
• Terre : 0.936 ha x 10 000 F/an						
• Matériel et outillage (forfait)					- 500	
Sous-total (2)					- 9 860	
COUT TOTAL C = (1) + (2)					- 11 850	
REVENU DU TRAVAIL [RT = PB - C ou RB - (2)]					+ 53 220	
COUT DU TRAVAIL (CT : 413.3 HJ ou en valeur : 413.3 x 65 F)						2 6 930
PRODUCTIVITE DU TRAVAIL						
• BRUTE (RT/CT): Absolue : 153 F/HJ; Relative : 2.35 F/F (235 %)						
• NETTE (RT/CT): Absolue : 129 F/HJ; Relative : 1.98 F/F (198 %)						

Nota : (i) Ajouter 1.4 ares d'autres cultures non considérées pour retrouver la superficie cultivée de 95.0 ares présentée au tableau 6.

Source.: Notre adaptation des données de diverses sources citées plus haut (2.2.2.1)

Pour de plus amples renseignements sur les régions de basse altitude, lire MINAGRI/EXPERCO (1966 a; 1986 b; 1986 c; 1986 d et 1987) pour les Savanes de l'Est (Mutara); BALASUBRAMANIAN et al. (1989) et BALASUBRAMANIAN et EGLI (1989).

2.4.3. Que conclure de l'étude des basses altitudes ?

L'on peut retenir les principaux éléments suivants :

- Les régions de basse altitude sont les moins arrosées du pays (moins de 1000 mm par an pour le Bugesera et les Savanes de l'Est et un peu plus de 1000 mm pour l'Imbo et le Mayaga), les moins accidentées, les moins densément peuplées et partant les moins exposées à l'érosion. Néanmoins, les sols y sont à dominance pauvres ou difficiles à aménager et sont comme ailleurs concernés par la nécessité de fertilisation organique ou minérale en plus des pratiques de jachère , de rotation et d'associations.
- Les spéculations rencontrées sont pratiquement celles de la moyenne altitude avec une plus grande importance de l'arachide, du manioc, du riz et de l'élevage. Le caféier est la principale et quasiment la seule culture de rente mais il y rencontre des conditions écologiques notamment pluviométriques sous-optimales. Pour l'élevage, mis à part l'Imbo qui fait quasi exclusivement les caprins et les porcins, les autres régions pratiquent l'élevage bovin, en partie sur des pâturages naturels (diminuant ainsi la disponibilité de fumier), en plus du petit bétail; dans l'ensemble la stabulation sur l'exploitation est peu répandue.
- Les pratiques de fertilisation les plus courantes sont la fumure des champs proches du "rugo" et le mulching qui en même temps limite les pertes par évapotranspiration et qui est principalement appliqué sur le caféier. La quantité de fumier produite est limitée; elle s'élève généralement à un plafond de 10 t/ha et doit être combinée à d'autres méthodes dont les résultats intéressants ont été rapportés par l'IITA pour les recherches menées par le Projet FSR au Bugesera et au Gisaka/Migongo : fumure minérale à raison de 40-20-20 kg/ha de N-P205-K20 combinée à 10 ou 20 t/ha/an de fumier, inoculation du soja, jachère améliorée, cultures en couloirs...
- Les espèces utilisées en agroforesterie (dont notamment celles essayées en culture en couloirs) sont principalement : Cassia spectabilis, Leucaena leucaephala ou L. diversifolia. Sesbania garde l'inconvénient de disparaître après quelques coupes et ne produit même pas autant de biomasse qu'en haute altitude; d'où il ne s'est pas révélé intéressant. En plus de l'enfouissement comme engrais vert, ces espèces ont d'autres usages : bois de feu pour Cassia et fourrage pour Leucaena et Calliandra. L'agroforesterie accuse des résultats de recherche *intéressants* mais les agriculteurs ne l'ont pas encore adoptée et l'espèce populaire ne reste que Grevillea robusta.
- La région de basse altitude a une production vivrière excédentaire par rapport à sa population qui est la moins dense du pays et les agriculteurs semblent

bien intégrés dans le processus de commercialisation par des produits comme la banane, le manioc et surtout le riz et le sorgho.

- La productivité nette du travail est très bonne pour 3 des quatre régions (175, 198 et 278 % respectivement pour l'Imbo, les savanes de l'Est et le Mayaga) et bonne pour le Bugesera (120 %). L'on peut penser que cela est dû principalement au niveau de production élevé dans l'ensemble (très élevé pour l'Imbo), mais aussi au coût d'opportunité du travail assez bas pour les Savanes de l'Est et le Mayaga. Le Bugesera a une situation plutôt intermédiaire entre ces deux dernières régions et l'Imbo pour le coût d'opportunité. S'agissant de la disponibilité de main-d'œuvre familiale, la situation est variable : abondance pour le Mayaga et le Bugesera; rareté relative pour l'Imbo et les Savanes de l'Est. L'intensification du facteur travail et donc encore possible sur une partie de la zone de basse altitude sans devoir payer la main-d'œuvre salariée.

2.5. Les systèmes de marais et bas-fonds

(SIKKENS et MAKUBA, 1987; JONES et EGLI, 1984; NEZEHOSE, 1990; AFRENA, 1988 et MINAGRI, 1987)

2 5.1. Critères de classification

La mise en valeur des marais et bas-fonds est une question assez particulière. La gestion de l'exploitation des marais et bas-fonds dépendra de chaque système qui peut être défini grâce à des critères de classification (croisés entre eux ou pris individuellement) dont les plus importants nous semblent être

- 1° la forme du droit de propriété (souvent étatique) ou d'exploitation (entreprise d'état, coopératives ou grands entrepreneurs privés et petits lotissements individuels);
- 2° la taille du marais ou de la vallée : grande ou petite;
- 3° la zone écologique : zones de basse et de haute altitude et zone intermédiaire encore dite "de plateaux et collines";
- 4° le type de sols : d'origine minérale (avec 6 ordres et 9 sous-ordres) ou organique (avec un ordre et 3 sous-ordres).
- 5° le degré de drainage ou d'inondation et le type d'aménagement d'irrigation, de drainage ou de contrôle des crues.
- 6° le type de spéculations pratiquées:
 - cultures vivrières : patate douce, soja, sorgho, maïs, haricot, pomme de terre, colocase...;
 - cultures industrielles ou semi-industrielles théier, riz, canne à sucre;
 - culture maraîchères;

- élevage:cultures fourragères et pâturages, pisciculture, rizi-pisciculture, etc.
- 7° la destination de la production : alimentaire (de subsistance) ou commerciale (en rapport avec la proximité des marchés permettant l'écoulement facile des produits, en l'occurrence, du maraîchage).

Une classification opérationnelle basée sur ces critères serait intéressante pour savoir dans quels cas tombe chaque catégorie de marais ou vallées en vue d'une meilleure orientation des interventions.

2.5.2. Importance nationale et régionale des marais et vallées

Les marais et vallées constituent une réserve importante pour la production alimentaire au Rwanda; ils couvrent une superficie d'environ 84 000 ha (évaluation de 1973) dont les 3/4 sont couverts par les grands marais ou vallées de la Nyabarango en moyenne altitude; de l'Akanyaru, de l'Akagera (hors parc) et de la Kagitumba en basse altitude et de la Rugezi en haute altitude. Le quart restant est occupé par 12 marais entre 500 et 5000 ha, 25 marais entre 100 et 500 ha et 27 marais entre 14 et 100 ha. D'autres nombreux petits marais n'ont pas dû être relevés dans ces chiffres et un inventaire plus précis reste à faire.

Les marais et vallées se retrouvent dans toutes les zones écologiques du pays; cela est déjà illustré par la localisation précisée ci-haut pour les plus grands d'entre eux.

Dans la partie sud des Hautes terres de la Crête Zaïre-Nil, les vallées existent mais sont étroites et peu cultivables. Des aires de fond de vallée, comme à mata ou à proximité de la forêt dans les préfectures de Gikongoro ou de Cyangugu, de même dans la partie sud des Hautes terres du Buberuka,

portent la culture du théier et éventuellement de la canne à sucre ou du bananier.

Dans la zone des plateaux et de collines, les bas-fonds occupent environ 5 % de la superficie; une bonne partie d'entre eux est bien drainée et contribue fortement à la production vivrière, une autre partie pouvant être gorgée d'eau et mal drainée. Le Plateau central comporte un réseau hydrographique très dense donnant lieu à de larges vallées et de nombreux petits marais.

Dans la zone de basse altitude, de grands et petits marais et vallées sont également rencontrés : plaines de la Rusizi et de la Rubiro au Bugarama, marais à papyrus dans les plateaux de l'est du pays, vallée de l'Akanyaru et ses vallées tributaires dans le Mayaga, larges vallées colluvionnaires et colmatées de vertisols au Bugesera, vallées avec vertisols dans les Savanes de l'Est...

Des aménagements hydro-agricoles intéressants ont été réalisés pour la riziculture (3000 ha), le thé (10 000 ha), la canne à sucre (600 ha) et les cultures maraîchères.

2.5.3. Contexte agronomique et socio-économique des systèmes de marais et bas-fonds.

2.5.3.1. Climat, sols et fertilité

Le climat joue un rôle primordial sur l'évolution et l'utilisation des sols. La végétation de Papyrus et de Typha, par exemple, favorise la rétention de l'eau et la régulation de la température, créant ainsi un microclimat favorable à la formation de sols organiques.

A l'est du pays et à l'ouest du Bugarama, les sols minéraux (d'origine alluvionnaire ou colluvionnaire) des marais sont généralement riches en bases échangeables et sont souvent vertisoliques. Le potentiel de ces sols est assez élevé mais le caractère vertique rencontré par endroits complique l'aménagement hydrique.

Dans la zone des plateaux et collines, les marais comportent des sols organiques ou minéraux moyennement à très acides et relativement pauvres en bases échangeables. Le potentiel agricole est variable et les propriétés physiques sont bonnes malgré le risque de dessèchement prononcé et même irréversible pour les sols organiques ou les sols argileux riches en fer.

Dans la zone de haute altitude, la tourbe prédomine sur les sols minéraux. Les sols sont généralement très acides et très pauvres en bases échangeables avec un potentiel plutôt faible à moyenne. L'altitude peut également réduire la gamme des cultures possibles. Les propriétés physiques sont très bonnes et le risque de dessèchement prononcé est limité par le climat.

Selon le matériau d'origine, le degré d'altération, le stade de différenciation et l'influence des conditions microclimatiques, les sols des petits marais du Rwanda peuvent se classer

- pour les sols minéraux, en 12 sous-ordres des 6 ordres suivants : oxisols, vertisols, ultisols, alfisols, inceptisols et entisols; etc
- pour les sols organiques, en trois sous-ordres des histosols.

La pente et le drainage superficiel (facteurs externes) ainsi que les propriétés physiques, chimiques et biologiques (facteurs internes) constituent les principaux déterminants de la fertilité des sols de marais et vallées.

S'agissant de la pente, sauf sur les bords des marais où elle est forte permettant un abaissement de la nappe phréatique et sur certaines parties où elle est trop faible pour un drainage rapide, elle ne devrait pas créer de contrainte majeure pour la mise

en valeur. Néanmoins, les micro-pentes ou micro-reliefs peuvent constituer une limitation.

Quant aux propriétés physiques, certains sols ont un profil perméable, profond et de texture bien équilibrée tandis que d'autres sont trop perméables ou trop compacts ayant ainsi une valeur agronomique moins intéressante à cause de la stagnation de l'eau ou de la filtration excessive surtout pour les sols minéraux. Nous avons déjà souligné le problème de risque de dessèchement prononcé et même irréversible; il est particulièrement sérieux pour les sols tourbeux.

Les conditions chimiques, elles, concernent la plus ou moins bonne teneur en nutriments, en aluminium et en matière organique... Les problèmes les plus rencontrés sont l'acidité et la grande teneur en Al libre et échangeable et, rarement, la concentration trop forte en Na et/ou Mg.

2.5.3.2. Aménagements pédo-agronomiques et aptitudes agricoles

Il est clair que des canaux de ceinture ou d'irrigation/drainage doivent être prévus dans des réseaux d'aménagement hydro-agricole bien planifiés. En dehors de tels aménagements, la technique traditionnelle pratiquée est le billonnage. Cette technique s'applique à presque toutes les cultures vivrières et paraît la plus appropriée dans le contexte actuel. Le billonnage pourrait quand même être amélioré en faisant des billons plus larges et moins hauts ainsi que de plus petits sillons (pour réduire la perte d'espace) là où la nappe phréatique est relativement profonde. Les endroits inondés (sans ouvrage de contrôle de crues ou d'assainissement en général) devraient être maintenues en jachère de reconstitution en période de pluies et n'être exploités qu'en saison sèche ou alors être destinés aux cultures supportant l'inondation comme le riz pluvial.

La correction des défauts d'ordre physique (texture trop sableuse ou trop argileuse) est difficile mais peut être réalisée par incorporation des fumiers ou des engrais verts quand on ne décide pas d'affecter le marais à l'exploitation de l'argile ou du sable du moins temporairement en attendant une mise en valeur plus utile. Le buttage, le billonnage et l'égailage sont aussi des techniques à utiliser en cas de profondeur du sol insuffisante ou de micro-dépressions. L'amélioration des conditions physiques est donc un préalable important à la correction des déficiences chimiques ou hydrologiques. La correction des déficiences chimiques est aisée pour certains éléments fertilisants et peu pratique pour d'autres. Les sols minéraux très acides et riches en Aluminium peuvent être chaulés et/ou recevoir du fumier. Les sols organiques ayant ces défauts peuvent également être chaulés. Pour les sols organiques riches en soufre, la chaux n'a qu'un effet passager (1 ou 2 saisons). La chaux à elle seule ne suffira pas et il faudra un complément de fumure organique ou minérale. Quant aux sols salins (excès de Na et/ou mg), on conseille d'appliquer le gypse ou de forcer le lessivage, avec un excès d'eau de drainage, ou simplement de réserver ces sols aux pâturages ou aux cultures halophiles.

Les spéculations possibles dans l'exploitation des marais sont nombreuses (cfr 2.5.1.6° supra) et dépendent des conditions pédo-agronomiques et climatiques fort variables. L'on peut toutefois noter la prépondérance de la patate douce (surtout en

saison sèche) due à plusieurs raisons résistance à la sécheresse, faible exigence en intrants onéreux et en soins cultureux, plasticité aux points de vue sol et altitude.

L'exploitation des marais demande encore plusieurs améliorations requérant elles-mêmes des connaissances techniques et des recherches appliquées très approfondies au niveau de l'aptitude des sols, des rotations envisageables, des pratiques de fertilisation minérale et organique ou d'agroforesterie, d'élevage (pisciculture seule ou avec porc ou canard) seul ou associé à l'agriculture (rizipisciculture, cultures fourragères...), des récoltes multiples avec contrôle de crues, irrigation et variétés hâtives, etc.

2.5.3.3. Aspects socio-économiques

Il importe de rappeler le problème du coût d'opportunité du travail de marais par rapport au travail de colline : il est plus difficile de travailler dans le marais et, mis à part les problèmes d'inondation pendant la saison des pluies, les paysans qui ont encore relativement assez de terres préfèrent travailler sur colline en saison normale et ne venir en marais qu'en saison sèche quand ils sont plus libres. Mais, pour les petites exploitations, il y a toujours un surplus

de main-d'œuvre qui peut travailler en marais même en saison de pluies à condition qu'il y ait un minimum de rentabilité (sinon les agriculteurs préfèrent le loisir, i.e. ne pas travailler). Des méthodes d'aménagement favorisant une exploitation plus intensive doivent donc être mises au point et un encadrement étroit des agriculteurs doit être assuré par des techniciens bien formés dans un domaine, nous l'avons remarqué, aussi complexe que l'exploitation des marais.

Les autres contraintes qui méritent une attention particulière sont le droit de propriété ou d'usage. L'on doit réaliser une étude spécifique des avantages et des coûts d'éventuelles modifications des lois "agraires" allant dans le sens d'une plus grande sécurité foncière telles que : le droit de propriété ou d'usage à long terme octroyé aux collectivités locales (terroirs agricoles formés de collines d'un même bassin versant, coopératives...), aux entreprises agricoles ou aux petits paysans moyennant un impôt foncier, réglementation stricte de l'usage des marais et bas-fonds en fonction de leurs aptitudes agricoles, pastorales ou d'autres ou incitants indirects favorables à cet usage rationnel...

III. SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS

La revue de la description analytique des systèmes d'exploitation agricole rwandais en général et de chaque région en particulier fournit les traits saillants des différentes méthodes de conservation et d'amélioration des sols déjà utilisées ou potentiellement utilisables au niveau tant des contraintes rencontrées par le paysan pour leur application que de l'efficacité et de la durabilité des systèmes qui les intègrent.

3.1. Pour une gestion intégrée de la conservation et de l'amélioration des sols

3.1.1. Des mesures incitatives au lieu des mesures coercitives : une leçon tirée de l'expérience historique

L'historique de la conservation et de l'amélioration des sols montre que la contrainte, notamment pour la lutte anti-érosive, a été longtemps utilisée. La conséquence logique a été, d'une part, de décourager les agriculteurs qui n'étaient pas suffisamment sensibilisés aux avantages des méthodes utilisées et, d'autre part, de favoriser une méthode sans penser à temps aux méthodes alternatives ou complémentaires. Une telle approche n'a pas non plus permis à la recherche de s'intéresser à quelques techniques autochtones qui peuvent se révéler performantes (terrassettes "inyanamo", murets en pierres, fossés, canaux, etc.)

Par ailleurs, les contraintes socio-économiques (telles que la disponibilité de main-d'œuvre et son coût d'opportunité notamment aux périodes de pointe de travail) ou les conditions particulières des exploitations (telles que la pente du terrain et la disponibilité des sources de fumure organique permettant de prévenir l'érosion en améliorant la structure du sol) n'ont pas été suffisamment considérées.

L'approche favorisant l'examen des conditions réelles du système est récente et devra être encouragée afin de cerner les limitations ou contraintes spécifiques des exploitations et de proposer des incitants appropriés sans recourir à la seule contrainte.

3.1.2. L'arbitrage difficile entre les avantages et les inconvénients des techniques respectives : un argument pour leur diversification

Etant donné l'extrême diversité des systèmes ou des types d'exploitation, il n'y a pas de bonne technique dans l'absolu des avantages dans un cas pouvant constituer des inconvénients dans l'autre. Il est donc essentiel de diversifier les techniques utilisées. Les structures anti-érosives (fossés et haies, terrasses radicales, etc.)

devront être accompagnées par l'une ou l'autre des méthodes agronomiques ou biologiques intégrées au système cultural (polyculture et association, paillage, agroforesterie, engrais verts, fixation symbiotique de l'azote, jachère et amélioration des pâturages, labour...), de fertilisation organique ou minérale (fumier, compost, engrais chimiques) ou d'amendements calcaires. Il reste toutefois que certaines

conclusions générales doivent être formulées au sujet des techniques individuelles respectives étudiées dans ce travail de façon à mieux percevoir dans quelle mesure elles peuvent s'intégrer dans une combinaison éventuelle

- Aucune structure anti-érosive n'augmente significativement les rendements alors que les pertes de superficie occasionnées par sa création peuvent être importantes (10 à 40 %) et que là où la main-d'œuvre est rare ou accuse un grand coût d'opportunité, il serait difficile de trouver 80 à 320 HJ/ha pour les fossés aveugles et haies vives et entre 400 et 800 HJ pour les terrasses radicales, ce qui représente un coût déjà assez élevé sans tenir compte des risques de glissement.

Un arbitrage doit donc être fait entre la préférence pour le présent normalement privilégiée par le paysan et les avantages à long terme représentés par la structure antiérosive comme investissement. Ces avantages sont principalement l'arrêt total (terrasses radicales) ou la réduction de vitesse (fossés aveugles) du ruissellement prévenant ainsi la dégradation du patrimoine "sol".

- S'agissant particulièrement des terrasses radicales, les principaux inconvénients sont
 - (i) coût élevé en main-d'œuvre;
 - (ii) perte de terre arable et bouleversement de la fertilité au début, exigeant de grandes quantités d'amendements organiques et de fertilisants non disponibles dans le système;
 - (iii) risques élevés de glissement sur sols peu profonds s'il n'y a pas d'exutoires naturels ou artificiels adéquats;
 - (iv) lixiviation des nutriments solubles favorisée par la trop forte réduction du ruissellement qui force l'infiltration;
 - (v) manque de personnel formé pour superviser l'application sur des exploitations paysannes;
 - (vi) exigence de spéculations rentables pour supporter l'investissement; et
 - (vii) difficulté de réalisation sur des terrains portant déjà des cultures pérennes telles que le bananier et le caféier.

L'applicabilité de la méthode pour un type d'exploitation donné doit examiner dans quelle mesure ces inconvénients peuvent être contournés. Nous avons retenu dans l'ensemble que :

- 1° le fait d'exiger beaucoup de main-d'œuvre et de fertilisants ou amendements ne constituerait plus de contrainte insurmontable dans la mesure où l'investissement serait rentable avec une augmentation sensible de rendements (et une réduction du temps d'entretien) à condition de pratiquer une culture de rente qui permet de payer les

facteurs de production (main-d'œuvre extérieure, phosphates, chaux, fumier...) ;

- 2° le fait d'immobiliser le terrain pendant un certain temps sans production suffisante serait seulement un gros inconvénient là où la production obtenue normalement est assez élevée et présente donc un grand coût d'opportunité. De plus l'aménagement peut se faire progressivement;
- 3° la perte de terre arable par terrassement n'est pas alarmante si l'on valorise bien le talus par la culture fourragère ou horticole;
- 4° le danger de glissement est évité si on résiste à la tendance d'uniformisation des interventions et, donc, si on choisit bien la pente et la profondeur des terres terrassables; de plus, le glissement de même que la lixiviation seraient prévenus par une bonne construction de la contre-pente et des exutoires.

A notre point de vue, le personnel d'encadrement et le choix des spéculations rentables, là où l'on peut se permettre l'utilisation des intrants onéreux, sont les préalables indispensables à la vulgarisation des terrasses radicales. Pour les difficultés financières, un système de crédit spécial comportant une période de grâce de 2 ou 3 saisons pourrait être promu.

- L'importance de la fumure organique est évidente mais son obtention à partir de l'élevage bovin est rarement rentable dans les conditions de l'agriculture traditionnelle comme l'affirment le MINAGRI/GTZ (1987) et comme le laissent penser les calculs de PREISLER et BENNET (1987) et du MINAGRI (1988) si on valorise également la main-d'œuvre. De plus, dans les conditions du milieu rural, un plafond de 10 t/ha de fumier ou compost a souvent été rapporté, la moyenne se situant à moins de 5 t/ha alors que les besoins sont de loin plus élevés.

Le compost connaît des contraintes de matières premières qui sont rares dans le système ou sont utilisées à des fins énergétiques.

Il en est de même du paillis qui se fait rare au fur et à mesure de la pression démographique. L'équivalent de 6 t/ha ou moins peut-être produit pour une plantation de caféier de taille moyenne (8 ares) alors qu'il faudrait 20 t/ha.

Il faudrait alors utiliser la couverture vivante ou les variétés naines de caféier plantées plus denses (et utiliser la paille à des cultures plus intensives comme les cultures maraîchères) mais les contraintes de faible rendement de cette couverture vivante ou de déficit hydrique des variétés naines ne sont pas encore écartées. Ce manque de paillis fait qu'il n'est même pas essayé sur les cultures annuelles qui sont, du reste, techniquement difficiles à pailler.

- La fumure minérale commence à être connue mais elle n'est pas encore courante. La difficulté y relative est surtout l'aspect financier chez l'agriculteur et le coût en devises pour l'importation mais théoriquement leur utilisation est rentable avec des ratios valeur-coût supérieurs à 2. Il en est de même des

amendements calcaires pour lesquels une application de 2.5 t/ha en ouverture d'une rotation se révèle rentable. Il reste que les formules appropriées à différents systèmes de cultures ne sont pas encore disponibles mais les formules assez générales proposées par le Projet Engrais FAO sont valables dans beaucoup de situations comme l'ont confirmé les services de recherche-développement de différents projets.

- Les formules de fertilisation combinant la chaux (pour les sols acides), le fumier/compost et les engrais minéraux se sont avérées les meilleures et cela tend à résoudre partiellement le problème de disponibilité de l'un ou l'autre en quantité limitée.
- Les méthodes agronomiques ou biologiques intégrées au système de production ne peuvent pas à elles seules protéger le sol ou assurer la fertilisation mais elles jouent un rôle important dans l'équilibre du système et devraient être encouragées.

La polyculture et l'association se heurtent néanmoins au besoin de spécialisation d'une agriculture utilisant des intrants spécifiques mais ils gardent leur rôle dans la période de transition ou sur la partie de l'exploitation proche du "rugo" qui reçoit le fumier comme intrant principal.

La forêt naturelle ou les boisements artificiels, avec les grevillea ou les eucalyptus entre autres, le théier, le bananier (qui peut éventuellement être planté le long des courbes de niveau), le caféier et certaines cultures annuelles (dont notamment la patate douce qui peut être pratiquée en billons isohypses tous les 5 à 10 mètres pour réduire le ruissellement) doivent être davantage exploités pour leur rôle de couverture du sol. Par ailleurs, les cultures couvrantes, i.e. à valeur c (de l'équation universelle des pertes de terres de WISCHMEIER) faible comme le bananier et le caféier devraient être pratiquées sur les pentes plus fortes tandis que celles dégradantes, i.e. à valeur c élevée comme le manioc et la pomme de terre, devraient l'être sur des pentes plus faibles.

Les techniques comme l'agroforesterie et l'engrais vert sont intéressantes mais ne sont pas encore bien adoptées par l'agriculteur étant donné la grande main-d'œuvre exigée pour la culture, la coupe et/ou l'enfouissement et la quantité de fertilisants qui devrait être utilisée pour une récolte non directement utile. Toutefois, ces techniques sont les plus appropriées dans une agriculture améliorée utilisant la "low input strategy" (n'ayant pas les moyens d'élever beaucoup de bétail pour une quantité suffisante de fumier ou d'acheter les engrais) et ayant des besoins pressants en bois de chauffe ou en fourrage.

D'autres techniques également utilisées là où la terre existe encore sont la jachère et l'amélioration des pâturages.

L'importance du labour perpendiculaire à la pente ou du labour en grosses mottes est connue mais non pratiquée. Le billonnage est également une bonne technique mais parfois il a des effets néfastes une fois établi parallèlement à la pente.

La proposition des combinaisons appropriées de ces méthodes doit procéder d'une vulgarisation différenciée que seule peut permettre la disposition rapprochée : (1) de

cadres et techniciens agricoles bien formés capables d'approcher des typologies et d'évaluer le dynamisme des agriculteurs; et (2) de services d'approvisionnement en intrants, de crédit et de commercialisation, ce qui entre dans le cadre général des problèmes agricoles rwandais. Des contraintes de budget alloué aux services compétents existent, certes, mais un effort particulier doit être fait dans ce sens car on ne peut plus considérer de la même façon des régions ou des types d'exploitation nettement différents.

3.1.3. Pour une approche d'exécution des techniques par bassin versant ou par terroir agricole

"Gestion intégrée" signifie en plus de la combinaison appropriée des méthodes leur exécution rapprochée dans le temps et dans l'espace au niveau d'une unité géographique correspondant par exemple à un bassin versant ou à un terroir agricole. L'exécution des travaux en même temps sur une telle unité facilitera non seulement le nécessaire encadrement souligné plus haut mais aussi l'organisation du travail (pouvant inclure l'entraide) ou d'un crédit spécial pouvant être collectif et bénéficier plus facilement des garanties, mais aussi la prise en compte du contexte agricole ou socio-économique local (objectifs et système de production, densité de la population, structures foncières, opportunités d'emplois non agricoles et débouchés, etc.). Cela rejoint la préoccupation d'une approche régionalisée qui est présentée ci-après.

Pour une gestion régionalisée de la conservation et de l'amélioration des sols.

3. 2. 1. Des niveaux régionaux de productivité du travail et de couverture nutritionnelle fort variables . un argument pour la régionalisation des interventions

D'un point de vue théorique, l'on est amené à croire que le coût d'opportunité du travail est nul quand la main-d'œuvre est abondante comme au Rwanda où le taux de chômage rural est estimé à environ 30 %. Mais, cette approche n'est pas correcte à cause notamment de : (1) la rareté relative de la main-d'œuvre familiale à certaines périodes de pointe; (2) la concurrence des activités extra-agricoles ou hors exploitation; et (3) la préférence pour le loisir quand le travail devient très pénible sans donner une production satisfaisante. Nous avons donc considéré le coût économique privé du travail comme coût d'opportunité qui est plus ou moins élevé que le prix administré de 100 F/HJ ou que le prix du marché variant entre 60 et 100 F/HJ.

Il a été souvent affirmé que les travaux de lutte anti-érosive sont pénibles et nous avons tenté d'estimer la productivité de l'agro-système "cultures" en agriculture traditionnelle en supposant un amortissement du coût du travail d'exécution des travaux LAE sur trois ans. Les résultats apparaissent au tableau 26 qui comprend également une appréciation du taux de couverture des besoins nutritionnels à partir de la production vivrière, pour juger le système en termes à la fois alimentaires et monétaires.

Il ressort du tableau 26 que :

- 1° Les régions de haute altitude ont dans l'ensemble un taux de couverture des besoins nutritionnels et un taux de productivité nette du travail moyen à bas; la région des Terres de lave est particulière avec une bonne couverture nutritionnelle et une basse productivité du travail.
- 2° Les régions d'altitude moyenne ont dans l'ensemble un taux de couverture nutritionnelle moyen à bas (à l'exception du Plateau de l'Est qui couvre bien ses besoins nutritionnels) et une bonne productivité du travail.
- 3° Les régions de basse altitude ont dans l'ensemble une très bonne couverture nutritionnelle et une bonne productivité du travail.

Notons que la productivité du travail calculée ici tient compte de la main-d'œuvre effectivement utilisée et non de la force de travail familial totalement disponible; elle est donc systématiquement surestimée dans le cas où la main-d'œuvre restante n'a pas d'autre occupation comme c'est le

Tableau 26. Niveau de productivité nette du travail et de satisfaction des besoin

Région agricole	Coût d'opportunité du travail (F/HJ)	Productivité nette du travail		Main-d'œuvre résiduelle (HJ) ¹	Degré de couverture calorique	Degré de couverture protéique
		F/HJ	%			
1. H.A.² LAV	105	41	3 9	100	moyen	moyen
CZN	94	75	8 0	130	moy. à bas	bas
HTB	56	71	126	190	moy. à bas	moy. à bas
2. A.M.³ IMP	128	178	139	270	moyen	bas
BLK	40	127	316	328	moyen	moy. à bas
PLC	81	116	144	177	moy. à bas	bas
DGR	71	122	172	292	moyen	moy. à bas
PLE	59	135	229	174	élevé	élevé
3. B.A.⁴ IMB	156	277	175	65	élevé	élevé
MAY	58	161	278	220	élevé	élevé
BUG	103	124	120	154	élevé	élevé
SVE	65	129	198	23	élevé	élevé

Source : Nos calculs et notre adaptation des données du MINAGRI (1989)

Nota :

- (1) Main-d'œuvre totale d'où sont déduites : main-d'œuvre pour les cultures, pour la lutte anti-érosive, pour l'élevage et pour les emplois hors exploitation.
- (2) Haute altitude
- (3) Altitude moyenne
- (4) Basse altitude

cas pour les régions gardant plus de 100 HJ après avoir déduit la main-d'œuvre pour la LAE sur les cultures non considérées dans le calcul et sur les champs non cultivés,

les temps de travaux d'élevage et les emplois hors exploitation. Pour ces régions qui constituent la majorité (9. sur 12), l'on peut encore envisager une certaine intensification du travail pour de meilleurs soins aux cultures et pour l'exécution plus rapide des travaux de conservation des sols. Pour les trois autres régions, il faut envisager davantage l'utilisation d'autres intrants et cela de façon plus intensive sur les terres de lave (où) la productivité du travail est encore bonne.

L'on peut donc conclure que les efforts d'utilisation intensive des intrants doivent commencer dans les meilleurs délais en haute altitude et particulièrement dans les Terres de lave pour accroître la productivité du sol. Dans les régions de basse altitude où la productivité du travail est encore bonne mais où sa disponibilité est faible, une intensification moins poussée des autres facteurs en recourant partiellement à une main-d'œuvre extérieure salariée peut être envisagée. Quant aux régions d'altitude moyenne et aux deux autres de basse altitude, l'intensification du travail est encore possible et l'on peut encore privilégier une politique de "low input strategy" avec des techniques de conservation des sols touchant aussi bien les structures anti-érosives que les techniques agronomiques et biologiques même exigeantes en main-d'œuvre. Seulement, pour les régions d'altitude moyenne, il faut se souvenir que la terre est aussi rare qu'en haute altitude et que l'intensification des autres facteurs en plus du travail doivent compenser les pertes de superficies occasionnées par les méthodes de conservation des sols et de gestion de la fertilité.

3.2.2. Un impératif : le choix des techniques de conservation une agriculture soutenue.

Compte tenu des divers éléments relevés plus haut sur les méthodes en soi et sur la productivité du travail et la couverture nutritionnelle, un choix pertinent des méthodes est à effectuer par grande catégorie d'altitude. Nous en citons quelques unes ci-après.

2.2.2.1. Système de haute altitude

- Insister sur la matière organique par l'amélioration de l'élevage bovin ou du petit bétail avec la stabulation permanente ou semi-permanente même dans les Terres de lave où la fertilité naturelle est bonne mais où la surexploitation expose les sols à l'érosion par insuffisance de matière organique.
- Favoriser les plantes de couverture et l'agroforesterie étant donné que, dans les plus hautes altitudes, le système de production est dominé par les cultures dégradantes (non couvrantes) comme la pomme de terre, le maïs, le sorgho, etc.
- Utiliser Alnus acuminatus, Calliandra calothyrsus, Leucaena leucocephala, Sesbania sesban,... en plus des essences autochtones ou déjà connues comme Polycias fulva, Erythrina abyssinica, Ficus sp., Euphorbia sp., Markhamia sp., Cedrella sp., Cupressus sp., Pinus sp. et, surtout, Grevillia robusta et Eucalyptus sp. Dans l'installation des espèces agroforestières ne pas utiliser Sesbania sesban seul car il risque de disparaître après quelques coupes malgré ses bonnes performances.

- Mener rapidement dans les Terres de lave et la Crête Zaïre-Nil des actions d'intensification des facteurs de production autres que le travail (chaux, engrais, semences, produits phytosanitaires...) car celui-ci semble déjà suffisamment intensifié avec une productivité nette assez faible.
- Procéder au terrassement radical là où les sols sont sur des pentes normales de 10 à 60-80 % et sont assez profonds avec comme préalables la disponibilité des facteurs et la pratique d'une culture de rente.
- Continuer pour terminer l'exécution des fossés ou entretenir le réseau existant.
- Etendre la culture du théier dans les terres de lave ou même dans les autres régions (en dehors des bas-fonds, i.e. sur flancs de colline) pour diminuer l'érosion et le risque lié à une seule spéculation de rente importante, en l'occurrence, la pomme de terre ou le blé.
- Mieux évaluer le système Taungya et le sylvo-pastoralisme.

3.2.2.2. Système d'altitude moyenne

- Insister sur l'élevage en stabulation permanente ou semi-permanente pour la fumure organique.
- Corriger l'acidité par le chaulage là où c'est nécessaire surtout au Plateau central et y développer les cultures de pomme de terre et de blé.
- Procéder à l'intensification du travail familial pour les soins des cultures et pour les méthodes de conservation et d'amélioration des sols intégrées au système de production (bon labour, agroforesterie, engrais vert, culture du bananier ou de la patate douce le long des courbes de niveau ou en billons isohypses distants de 5 à 10 m, etc.)
- Procéder à une bonne distribution des cultures avec les plus couvrantes sur fortes pentes et les moins couvrantes sur faibles pentes.
- Etendre la culture du soja avec inoculation par le rhizobium.
- Etudier les possibilités d'éviter le paillage chez le caféier, étant donné que le paillis se fait rare, en poursuivant notamment les initiatives de recherche sur la couverture vivante et sur l'introduction de variétés naines pouvant être plantées plus denses.
- Intégrer davantage les arbres et arbustes dans les champs avec les genres ou espèces suivants : Markhamia, Eucalyptus, Grevillea robusta, Pinus, Maesopsis, Leucaena, Sesbania et Calliandra, mais aussi Erythrina, Dracaena, Euphorbia, Callitris, Polycias fulva, Cassia spectabilis, etc.
- Procéder au terrassement radical (notamment en dehors des parties occupées par le bananier, le caféier, le théier ou le quinquina) là où les pentes le permettent et où les sols ne sont pas superficiels (comme ils le sont à la

Dorsale granitique) sans oublier l'aspect de rentabilité (spéculation rentables, utilisation d'autres intrants...).

- Continuer et terminer l'exécution des fossés ou entretenir le réseau existant.

3.2.2.3. Système de basse altitude de basse altitude

- Améliorer le système de rotation et d'association des cultures sur indication des résultats obtenus au Projet FSR de l'ISAR Karama et du BGM Bugesera et Gisaka-Migongo.
- Améliorer la jachère et les pâturages.
- Intégrer davantage l'élevage dans les exploitations pour la production du fumier qui est nécessaire parce que les sols sont pauvres et que leur fertilité naturelle, bonne jusque récemment, commence à s'épuiser.
- Procéder à la combinaison rationnelle de fumure organique et de fumure minérale ainsi qu'à l'inoculation du soja par le rhizobium.
- Généraliser l'agroforesterie en utilisant notamment les espèces Cassia spectabilis (produisant aussi du bois de feu), Leucaena (leucocephala ou diversifolia) et Calliandra. Ces deux derniers genres donnent également du fourrage.
- Intensifier le travail familial pour le Mayaga et le Bugesera et recourir à la main-d'œuvre salariée pour l'Imbo et les Savanes de l'Est.
- Le terrassement radical et, dans une certaine mesure, les fossés ne sont pas nécessaires sur la grande partie du territoire et les efforts doivent être dépensés pour les haies vives, la foresterie, les méthodes intégrées au système de production et la fertilisation.

3.3. Pour une meilleure connaissance et une exploitation rationnelle des marais et bas-fonds

- Les marais et bas-fonds devraient être inventoriés et classés selon : (1) la forme du droit de propriété ou d'exploitation; (2) la taille; (3) la zone agro-écologiques de localisation, (4) les principaux types de sols, (5) le degré de

drainage ou irrigation et le type d'aménagement requis; (6) le type de spéculations pratiquées; et (7) les objectifs des bénéficiaires de son exploitation quant à la destination alimentaire (subsistance) ou monétaire (commerciale) de la production.

- L'aménagement et la gestion des marais et bas fonds doit se soucier de :
 - la construction de canaux de ceinture ou d'irrigation/drainage;
 - l'amélioration de la technique traditionnelle de billonnage (par des billons plus larges et moins hauts) et de petits sillons;
 - l'affectation des marais ou vallées inondées à la jachère de saison de pluies ou aux cultures supportant l'inondation comme le riz pluvial;

- l'incorporation des fumiers ou des engrais verts pour corriger la texture trop sableuse ou trop argileuse;
 - le billonnage, le buttage et l'égalisation en cas de profondeur insuffisante ou de micro-dépressions;
 - l'usage des engrais ou de la chaux pour les sols pauvres et/ou acides;
 - l'application du gypse ou le lessivage avec des eaux de drainage pour les sols à forte teneur de sel (Na ou mg);
 - l'agroforesterie;
 - l'élevage et l'association agriculture-élevage (pisciculture, rizi-pisciculture...);
 - les récoltes multiples;
 - etc.
- Les aspects socio-économiques de l'exploitation des marais et bas-fonds sont également à considérer quant au coût d'opportunité du travail de marais versus le travail de colline et quant aux droits de propriété ou d'exploitation garantissant la sécurité foncière et l'investissement en relation avec un éventuel impôt foncier.

3.4. Recommandations générales

De l'analyse de la situation générale ou régionale du problème rwandais de conservation des sols et d'amélioration de leur fertilité se dégage les priorités touchant indistinctement le court terme et le moyen terme

- 1° Former les cadres et techniciens suffisants et mettre en place des structures d'encadrement, d'approvisionnement en intrants, de crédit et de commercialisation proches de l'agriculteur. Cette question dépasse la

compétence du service de conservation des sols mais indique que ce service doit être partie prenante aux décisions touchant notamment la vulgarisation, le crédit et la formation des cadres et techniciens ou des agriculteurs eux-mêmes.

- 2° Approcher une typologie des exploitations tenant compte des régions, de la dotation en facteurs terre et travail et du niveau de formation ou du dynamisme des agriculteurs afin de dégager la combinaison de méthodes appropriée à un type d'exploitation déterminé dans un terroir agricole donné.
- 3° Proposer aux régions avec un degré d'intensification de la main-d'œuvre déjà poussé (notamment en haute altitude) un programme d'intensification d'autres facteurs dans les meilleurs délais.
- 4° Exploiter entre autres la possibilité d'intensification du travail par une approche de "low input strategy" utilisant davantage l'élevage pour la matière organique, les méthodes agronomiques et biologiques, etc. dans les régions à grande disponibilité de main-d'œuvre et à bon niveau de productivité du travail telle que calculée pour l'agro-système "cultures" traditionnel; cette productivité indique que le système peut rester relativement viable.

- 5° Ne pas obliger les paysans à creuser les terrasses radicales sans avoir disponibilité au préalable les intrants ou sans proposer de spéculation intéressante permettant de rentabiliser le coût élevé en main-d'œuvre.
- 6° Permettre une exécution progressive du terrassement radical sur une période de trois ans et/ou introduire un crédit spécial permettant une exécution plus rapide avec une période de grâce de plus ou moins deux saisons culturales.
- 7° Améliorer les systèmes cultureux par les associations culturelles appropriées et l'agroforesterie sur base de quelques résultats de recherche rapportés dans le présent travail.
- 8° Garder l'idée d'une approche intégrée et régionalisée des interventions (combinaison appropriée des méthodes, en particulier, combinaison des fertilisants et amendements fumier/compost-engrais et chaux; aménagement d'un terroir agricole d'un seul tenant, distinction des systèmes de haute, moyenne et basse altitude avec une note particulière sur les marais et bas-fonds)
- 9° Pour les recommandations spécifiques aux méthodes ou aux régions, se reporter aux points 3.1, 3.2 et 3.3.
- 10° Pour l'opérationnalisation de ce travail qui est très global, procéder aux réflexions spécifiques complémentaires par méthode et par région.

BIBLIOGRAPHIE

- AFRENA, 1988. Potentiel agroforestier dans les systèmes d'utilisation des sols des hautes terres d'Afrique de l'Est à régime pluviométrique bimodal: Rwanda; Rapport n° 1,
- BALASUBRAMANIAN, V. et EGLI, A., 1989. Un aperçu sur les systèmes de production au Bugesera et Gisaka-Migongo (BGM). In : Bull. Agric. du Rwanda, avril 1989, pp. 86-98.
- BALASUBRAMANIAN, V., SEKAYANGE, L. et CISHAHAYO, D., 1989. Progrès, réalisations et problèmes de recherche de 1983 à 1987 et projection pour l'avenir, du projet de recherche sur les systèmes d'exploitation agricole à l'ISAR-Karama. In : Bull. Agric. du Rwanda, janv. 1988, pp. 18-29.
- BLOND, P., 1990 Typologie des agro-systèmes du sud de la Préfecture de Butare, Document du Projet PASA/DGBII, Butare, 29 p.
- BOUYER, J.B., 1989. Le crédit brouette ou la collaboration d'une banque et d'un projet, Masaka, 37 p.
- BRAUN, J. von, HAEN, H. de et BLANKEN, J., 1988. Commercialization of Agriculture under conditions of population pressure : a Study in Rwanda Production, Consumption, and Nutrition Effects. and their Policy Implications, IFPRI, Washington, D.C., 230 p.

- DELEPIERRE, G., 1974. Les Régions Agricoles du Rwanda,_Note technique de l'ISAR n° 13/1974, Rubona.
- DELEPIERRE, G.,1982. Les Régions Agro-écologiques en Relation avec l'Intensité de l'Érosion. In : Bull. Agric. du Rwanda n° 2/1982, pp. 87-95.
- EGLI, A. et RAQUET, K., 1985. L'agroforesterie au service de la fertilisation et de la conservation du sol au Rwanda. In MINAGRI, Premier Séminaire National sur la Fertilisation des Sols au Rwanda,_Kigali, pp. 235-254.
- ERDMANN, T.,1988. Agroforestry activities of the RRAM Project in Ruhengeri Préfecture, April 1987-September 1988,_Note technique du RRAM n° 6, Ruhengeri.
- FONTAINE, J.M., 1987. Les projets de libéralisation des agricultures africaines; un point de vue critique appuyé sur les cas kenyan et tanzanien. In : Eco. Soc.,_n° 7/1987, ' pp. 185-208.
- GAHAMANYI,A.B., 1982. (Article sur les méthodes de conservation et d'amélioration des sols). In : Bull. Agric. du Rwanda n° 2/1982.
- GASAMAGERA, E.,1989. (Article sur la politique nationale de conservation des sols).. IN : MINAGRI, Séminaire Régional sur la problématique de la fertilisation du revenu du paysan sur les sols des hautes altitudes du Rwanda,_Kigali.
- GASANA, J .K., 1985.. La production et l'utilisation de chaux agricole au Rwanda. In : MINAGRI. Premier Séminaire National sur la fertilisation des sols au Rwanda,_Kigali.
- GASANA,J. K., 1988.La Foresterie Sociale au Projet Crête –Nil. In : Bull,
- GASCON, J.F., 1989. Le programme des expérimentations du PIA-1989. Protocoles et résultats,_Document de travail annexe au Rapport d'Activités 1989, Gikongoro, 73 p.
- GOUD,B., 1989. La problématique de la recherche développement au Projet Crête Zaïre-Nil. In : MINAGRI. Séminaire Régional sur la problématique de la fertilisation et du revenu du paysan sur les sols de hautes altitudes du Rwanda,_Kigali, pp. 119221.
- HABİYABANJE, L., 1980. Protection et conservation des sols. In : Bull. Agric. du Rwanda,_juillet 1980, pp. 171-175.
- HATEGEKIMANA, B.,1989. (Article sur le rôle et la production de la matière et organique). In : MINAGRI. Séminaire Régional sur la sols des hautes altitudes du Rwanda,_Kigali, pp. 280-288.

- IITA, 1989. Production végétale et animale durable au Rwanda: Rapport final de la première phase (1983-1988) du Proiet de recherche sur les systèmes d'exploitation agricole de l'ISAR à Rubona (Rwanda),_Ibadan,' 84 p.
- IPV, 1988. Rapport annuel 1987,_B.P. 30 Kabaya.
- ISAR, 1990. Rapport annuel 1989,_Rubona, 313 p.
- JONES, W.I. et EGLI, R., 1984. Systèmes de culture en Afrique, Les hautes terres du Zaïre. Rwanda et Burundi,_Doc. Techn. de la Banque mondiale, Washington D.C., 117 p.
- JOSEPH, W.,1982. La pratique du labour et ses effets sur l'érosion des sols. In : Bull. Agric. du Rwanda,_n° 2/1982.
- KABILIGI, J., 1985. La conservation des sols au Rwanda. In : MINAGRI. Premier Séminaire National sur la fertilisation des sols au Rwanda,_Kigali.
- KAYONGA, J.B. et RUTUNGA, V, 1989. Synthèse et perpectives de la Recherche agronomique en milieu contrôlé dans la zone du Projet Crête Zaïre-Nil (CZN). In MINAGRI. Séminaire Régional sur la problématique de la fertilisation et du revenu du paysan sur les sols de hautes altitudes du Rwanda,_Kigali, p. 101-117.
- KRIEGL,M. et PREISLER, R., 1987. Terrassement radical, Fiche technique du Projet IPV, B.P. 30 Kabaya, 22 p.
- **LECLERC, J., 1982. Les méthodes agronomiques et biologiques de conservation des sols au Rwanda. In Bull. Agriculture du Rwanda, n° 2/1982.**
- LEWIS, L.A. et NYAMULINDA, V., 1989. Les relations entre les cultures et les unités topographiques dans les régions agricoles de la Bordure du Lac Kivu et de l'Impara au Rwanda : quelques stratégies pour une agriculture soutenue. In : Bull. Aaric. du Rwanda,_juillet 1989, pp. 143-149.
- LYONNAZ-PERROUX, B., 1990. Etude de l'élevage caprin en milieu traditionnel 1988-1989,_Masaka, 37 p.
- MINAGRI, 987. Etude par photo-interprétation de l'occupation des sols et de la disponibilité des terres; Rapport d'exécution...,Annexe B : Etude des Farming Systems",_Technosynthesis, S.p.A., Kigali.
- MINAGRI, 1988. Programme de relance du secteur agricole; étude du sous-secteur élevage, vol. 1, Kigali, 185 p.
- MINAGRI, 1989 a .Séminaire Régional sur la problématique de la fertilisation et du revenu du paysan sur les sols de hautes altitudes du Rwanda. tenu à Gikongoro du 13 au 19 nov. 1988,_Kigali.

- MINAGRI, 1989 b. Production agricole en 1986, tome 2 Répartition par commune de la couverture alimentaire; zones d'importance des cultures principales et du bétail, Kigali.
- MINAGRI/APNI, 1989 a. Premier Séminaire National sur l'utilisation des Intrants, tome 1, Kigali.
- MINAGRI/APNI, 1989 b. Premier séminaire National sur l'utilisation des Intrants, tome 2 (Exposés), Kigali.
- INAGRI/EXPERCO, 1986 a. Plan Directeur de la Région du Mutara; Développement de l'Elevage, Kigali, 90 p.
- INAGRI/EXPERCO, 1986 b. Plan Directeur de la Région du Mutara; Développement de l'Agriculture en Irrigué, Kigali, 186 p.
- INAGRI/EXPERCO, 1986 c. Plan Directeur de la Région du Mutara; Analyse régionale, Kigali, 133 p.
- INAGRI/EXPERCO, 1986 d. Plan Directeur de la Région du Mutara; Développement de l'agriculture pluviale, Kigali, 86 p.
- INAGRI/EXPERCO, 1987. Plan Directeur de mise en valeur de la région du Mutara; Présentation générale, Kigali, 44 p.
- INAGRI/GTZ, 1987. Etude sur la commercialisation des produits vivriers au Rwanda: Rapport provisoire : partie production agricole, Kigali, 151 p.
- INAGRI/PKN, 1989. Présentation des résultats de l'enquête zootechnique légère, Rushashi (Document du Projet), 15 p.
- INAGRI/PKN, 1989. Présentation des résultats de l'enquête zootechnique légère, Rushashi (Document du Projet), 15 p.
- INAGRI/SESA, 1985. Résultats de l'Enquête Nationale Agricole 1984; Rapport 1- vol. 1, 425 p.
- INISTERE DE LA COOPERATION (Rép. Française), 1980. Mémento de l'Agronome, 3è éd., Techniques rurales en Afrique, Paris, 1600 p.
- UKEZANGANGO, J.C., 1986. Enquêtes sur les prix: description des séries des prix déjà existants, Document de travail du MINAGRI/SESA, Kigali, 13 p.
- ULINDABIGWI, V., 1990. Typologie des exploitations agricoles dans la zone du PDAG; sa pertinence et son opérationnalité dans la vulgarisation participative et différenciée, Mémoire, UNR, Butare.

- SEMA, U.A., 1982. La politique nationale de conservation des sols au Rwanda. In Bull. Agric. du Rwanda, n° 2/1982.
- UTWEWINGABO, B., 1989. Genèse, caractéristiques et contraintes d'aménagement des sols acides à horizon sombre de profondeur de la région de haute altitude du Rwanda. In : SOLTROP 89, pp. 353-385.
- 'DIAYE, S., 1989. Résultats d'enquêtes sur l'impact et l'évaluation des ressources agroforestières dans la zone du FSRP. In Bull. Agric. du Rwanda, oct. 1989 : pp. 234-241.
- DIKUMANA, M.L., 1989. Contribution à la méthodologie de recherche des stratégies agricoles et rurales en pays en voie d développement : "le cas du Rwanda", vol. I, Thèse de doctorat, Gembloux, 133 p.
- DUWAYEZU, B., 1990. Expériences du Projet R.R.A.M. en agroforesterie, Note préparée pour la réunion agroforestière prévue à Kabusunzu du 13 au 15 sept. 1990, Ruhengeri, 15 p.
- EZEHOSE, J.B., 1990. Agriculture Rwandaise Problématique et perspectives, Kigali, 231 p.
- GENZI, E., 1989. Détermination des zones à risques d'érosion dans les régions tropicales de montagne : exemple du Rwanda, mémoire de DEA, Strasbourg.
- KURUNZIZA, N., 1989. (Article traitant entre autres de l'utilisation de matière organique). In : MINAGRI. Séminaire Régional sur la problématique de la fertilisation et du revenu du paysan sur les sols des hautes altitudes du Rwanda, Kigali.
- YABYENDA, P., 1985. Fertilisation à l'ISAR. In MINAGRI. Premier séminaire National sur la Fertilisation des sols au Rwanda, Kigali, pp. 117-135.
- YAMULINDA, V., 1989. Les méthodes autochtones de conservation des sols dans les régions de Ruhengeri : leur nature et leur mode d'insertion dans la trame actuelle de lutte contre l'érosion. In : B 1 Agric. du Rwanda, janv. 1989, pp. 3-13.
- REISSLER, R. et BENNET, J., 1987. Agriculture traditionnelle et agriculture adaptée aux conditions du milieu dans la région d'action du Projet Agro-pastoral de Nyabisindu; une comparaison économique des deux systèmes, Etudes et Expériences N° 10, Nyabisindu, 116 p.
- OLLIN, D., 1988. Fertilité et Fertilisation; Etudes et essais réalisés en première phase du Projet Kigali-Nord, Rushashi, 72 p.

- OOSE, E. et al. 1988. La gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols (G.C.E.S) une nouvelle stratégie de lutte anti-érosive pour le Rwanda. In : Bull. Agric. du Rwanda, oct. 1988, pp. 264 277.
- ABATIER, J.L., 1987. Lutte anti-érosive et développement sur la bordure orientale du Plateau Central du Rwanda. In : Les Cahiers de la Recherche Développement, n° 16, pp.82-91.
- IKKENS, R. et MAKUBA, A., 1987. Rapport sur la stratégie nationale pour le développement et la gestion des petits marais, Kigali, 248 p.
- NR et MINIFINECO, 1989 a. Etude des coûts de production et politiques de - prix agricoles et de l'élevage au Rwanda, vol. 1, Butare, 153 p.
- NR et MINIFINECO, 1989 b. Etude des coûts de production et politiques de prix agricoles et de l'élevage au Rwanda, vol. 2, Butare, 193 p.
- IRICELLE, E., 1989. Pour une relance de la recherche sur la Crête Zaïre-Nil au Rwanda, mission réalisée du 13 au 20 octobre 1989, DSA, Montpellier.
- EBER, F., 1985. Forestry and soil conservation reports. RRAM Project, IRDCS Boise, Idaho.
- IEME, L., 1982. Défense des terrasses radicales (CPAKisaro). In : Bull. Agric. du Rwanda, n° 2/1982, pp. 132-133.
- AMOAH, C., 1987 a. Soil conservation practices in parts of Kenya and their possible application to some mountain areas of Rwanda, FSRP Rwerere, 16 p.
- AMOAH, C., 1987 b. Delineation of the FSIP Area into Micro-Ecozones for Research Starting 1988 Season A, Document technique du FSRP, Kigali, 3 p.
- AMOAH, C., ROSZ, R. et NIZEYIMANA, E., 1987. Performance en Croissance Précoce des Arbustes Légumineux des Terrasses dans la Région Montagneuse du Rwanda Document technique du
- AMOAH, C., The Potential of Alley-Cropping for Hillside Farming in Rwanda, Document technique n° 32 du FSRP, Kigali.
- YAMOAH, C. F., BURLEIGH, J.R. et MALCOLM, M.R., 1990. Application of Expert Systems to Study of Acid Soils in Rwanda. In Agriculture, Ecosystems and Environment, 30 (1990), pp. 203
- 218, Elsevier Science Publishers B.V., Netherlands.

ANNEXES

ANNEXE I. MANDAT DE L'ETUDE

Sujet : Evaluation des systèmes d'exploitation des sols dans le cadre de l'étude de la régionalisation des techniques de conservation des sols et de l'amélioration de la fertilité des sols du Rwanda.

- a) Inventaire des systèmes d'exploitation des sols existants et de ceux faisant l'objet d'expérimentation au Rwanda.
- b) Caractérisation des systèmes inventoriés en termes agronomiques, socio-économiques, agro-forestiers et agro-écologiques.
- c) Mise en évidence des contraintes du milieu paysan pour chaque système d'exploitation.
- d) Evaluation des systèmes inventoriés quant à leur efficacité concernant la conservation des sols, la fertilité des sols et la durabilité du système d'exploitation.
- e) Recommandations quant à l'amélioration des systèmes d'exploitation par rapport à une augmentation des rendements tout en optimisant la durabilité du système et la conservation des sols et de leur fertilité.
- f) Préparation d'un rapport présentant les systèmes d'exploitation des sols inventoriés par zone écologique, la caractérisation sous b), les conclusions sous c) et d), les recommandations sous e), les lacunes de connaissance et une liste bibliographique.

ANNEXE II.

Carte des régions agricoles et des communes et préfectures du Rwanda

Source : MINAGRI (1989 b, p. 169)

